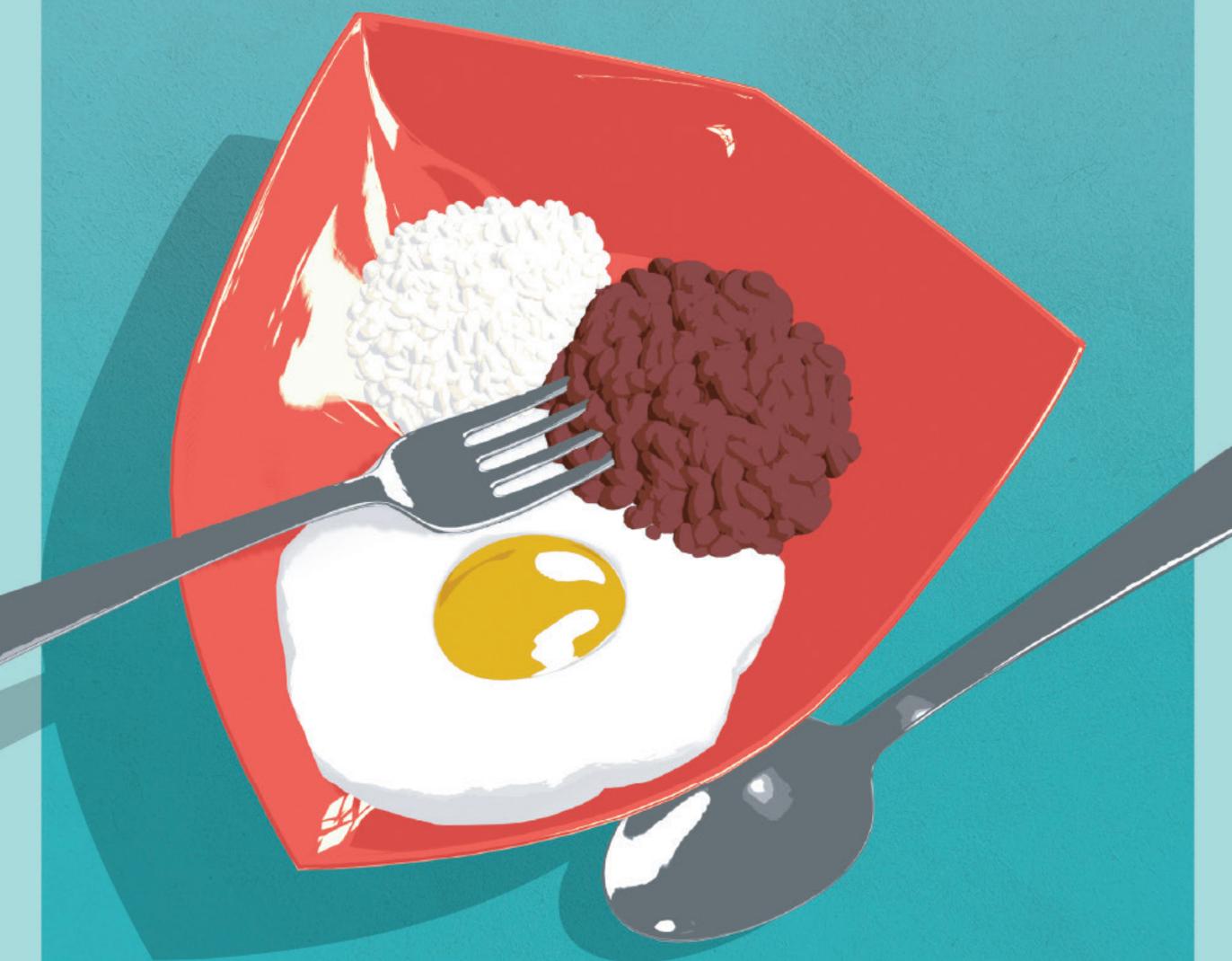


# RECIDES

REVISTA CIENTÍFICA DE DESARROLLO SOCIAL

Volumen 2, No. 1, Enero-junio 2025

ISSN: 3078-977X



**Sedesol**  
Secretaría de Desarrollo Social  
Gobierno de la República

**Sedesol**  
Editorial

**Becas**  
Solidarias







# REVISTA CIENTÍFICA DE DESARROLLO SOCIAL

RECIDES

## ■ Concejo editorial

■ DIRECTOR DE LA REVISTA: José Carlos Cardona Erazo

■ COORDINADOR DE LA EDITORIAL SEDESOL: Pedro Quiel

## ■ COMITÉ CIENTÍFICO

Rafael del Cid: Director del Centro Hondureños para el Estudio de Políticas de Estado en el Sector Social CHEPES

Cinthy Arteaga Portillo: Sub-Secretaria de Desarrollo Económico

Francesca Randazzo: Docente e investigadora del departamento de Sociología- UNAH

Antonio Pantoja Vallejo: Docente de la Universidad de Jaén-España

Rodolfo Peña: Director ejecutivo del Centro de Investigación, Desarrollo y Epidemiología CIDE

## ■ EDITORA EN JEFE

Reny Urbina-Anariba: Unidad de Gestión Académica e Investigación, SEDESOL, Honduras

## ■ EDITORES TÉCNICOS

Eliab Jair Oseguera: Unidad de Gestión Académica e Investigación- SEDESOL, Honduras

Alexander Dicunta: Dirección de Políticas Públicas SEDESOL, Honduras

Darguin Amaya: Dirección de Políticas Públicas SEDESOL, Honduras

Luis David Jarquín: Investigador independiente, Honduras

## ■ EDITORES ASOCIADOS

Isis Valladares: Universidad José Cecilio del Valle, Honduras

Marco Rodríguez: Universidad Federal de Bahía- Brasil

Maynor Ruiz: Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra, UNAH, Honduras

Luis Espinal Fuentes: UNICEF, Honduras

Yacenia Espinoza Sánchez: Centro Universitario Tecnológico CEUTEC, Honduras

Yessi Liliana Matute Salgado: Hospital Escuela, Honduras

Roy Bogardid Ardón: Universidad Federal de Viçosa / Brasil

Oscar Fidel Antunez: Taipei University of Nursing and Health Sciences, Taiwan

## ■ OTROS MIEMBROS

Selvin Flores: Asistente de investigación / UNAH

Fabiola Corrales: Asistente de investigación / UNAH

Stephany Zerón: Asistente de investigación / UNITEC

## ■ EQUIPO TÉCNICO

Andrea Navarro, Andrea Tabora, Marcela Solórzano, Melvin Figueroa y Miguel Gonzáles: Edición y corrección de estilo

Rosa Julissa Espinoza y Emerson Leonel Martínez: Diagramación

Aimée Lagos: Traducción

Tathyana Zepeda: Traducción

## ■ ARTE GRÁFICO DIGITAL

Diseñado por: Dennis Carranza

© Todos los derechos reservados para SEDESOL-Honduras



# ÍNDICE

## Editorial

10

## Artículos

- Primera consulta nacional a la niñez hondureña: entorno alimentario escolar. Julio-noviembre 2023 12
- Efecto del uso de diferentes ácidos orgánicos como antimicrobianos en carne molida 27
- Sistema IoT de distribución de agua hasta 30L/min usando GSM/GPRS 39
- Digestibilidad en camarón blanco (*Pennaeus vannamei*) alimentado con piensos con altos niveles de proteína vegetal 55
- Efectos de *Bacillus spp.* y su actividad metabólica sobre la calidad de la leche entera 69
- Calidad de la dieta y estado nutricional en personas mayores de Ojojona, Honduras junio 2024 87
- Actitudes y prácticas de lactancia materna en comunidades locales de Honduras 99
- Educación alimentaria y nutricional en el contexto escolar en regiones rurales 114
- Inclusión de insectos comestibles en patrones alimentarios 134
- Sustitutos de la leche: una alternativa versátil a diversos desafíos 148
- Utilización de subproductos de la industria alimentaria como opciones sostenibles y nutritivas a favor de la seguridad alimentaria 160
- Políticas públicas de seguridad alimentaria en Honduras frente al cambio climático 168
- Entomofagia: una respuesta al déficit alimenticio de la región 175
- Reseña histórica del Programa Nacional de Alimentación Escolar en Honduras (1960-2025) 181

## Otros

- **Nota de prensa:** Internacionalización de la educación superior a través de la SEDESOL 205

# ACERCA DE

La *Revista Científica de Desarrollo Social* (RECIDES) se funda en 2024 como una publicación semestral del Programa de Becas Solidarias adscrito a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), con sede en Tegucigalpa, Honduras. El objetivo de la revista es difundir la investigación científica generada por los beneficiarios del Programa de Becas Solidarias de la SEDESOL, como parte de su contribución a la divulgación de la ciencia para el desarrollo del país y como un elemento esencial en la transformación educativa que permita a estos jóvenes ser constructores de procesos de ciencia pública para el desarrollo del país y como parte de su retribución social a través del post voluntariado.

La revista ha definido los ejes prioritarios de las temáticas, para abordar de manera integral el desarrollo social que ponga en el centro a las personas y está dirigida no solo a estudiantes sino también a docentes, investigadores y público en general.



**Editorial**  
**Revista Científica de Desarrollo Social (RECIDES)**  
**Segunda edición, vol. 1, n. 2, 2025**  
Por: Adriana Marcela Ruiz Pineda<sup>1</sup>

El conocimiento científico debe estar disponible para la sociedad; los avances en la construcción de las ciencias deben permear la vida cotidiana de las poblaciones, para mejorar sus condiciones de salud, alimentación, educación y bienestar.

La revista *RECIDES* es un vehículo para la apropiación social del conocimiento. Esta publicación pone los avances en el conocimiento científico y tecnológico de los jóvenes estudiantes y científicos hondureños, a disposición de todos los lectores, para que estos puedan adaptarlo y aplicarlo. Que la información aquí compartida, llegue a los pequeños agricultores, a las agroindustrias, a los trabajadores sociales y comunitarios, al personal de salud y muy especialmente a los protagonistas en la toma de decisiones en política pública. Si el conocimiento compartido llegase a ayudar al público mencionado, el propósito de la revista y sus autores estaría cumplido.

Los autores de los artículos del presente número son jóvenes que están formándose a nivel de posgrado en las universidades hondureñas y en diferentes lugares del mundo, para ofrecer a su país nuevo conocimiento. Ellos están aprendiendo a hacer ciencia, con el propósito de generar nuevas ideas, formas de ver, hacer, pensar y sentir el mundo, en fin de ayudar al bienestar de Honduras y el de su población.

Desde el programa de Becas Solidarias de la Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno de Honduras, se han priorizado seis áreas temáticas, en las que se espera formar nuevos científicos que lideren la transformación social de su país y logren mejorar las condiciones de vida de la población: seguridad alimentaria y nutricional, protección social, emprendimiento, políticas públicas, cambio climático y desarrollo social. Estas áreas temáticas, aunque diferentes, pueden llegar a puntos comunes que las entrelazan, especialmente cuando se busca el bienestar de las comunidades.

En este número de la revista, encontraremos algunos artículos derivados de procesos de experimentación y otros a partir de revisiones de literatura, que sirven para comprender el estado del arte algunos elementos relacionados con las seis áreas temáticas priorizadas.

En el campo de la seguridad alimentaria y nutricional, se presentan los resultados de una investigación sobre los entornos alimentarios de las escuelas públicas en Honduras, que presenta una caracterización de las prácticas alimentarias de los escolares y de los alimentos que están disponibles en las escuelas, los cuales señala el artículo, son de baja calidad nutricional. Sin duda una información valiosa para establecer acciones de mejora, pues la escuela debe ser un entorno alimentario saludable, en el que además de alimentos saludables, se dispongan estrategias adecuadas de educación alimentaria y nutricional, como lo señala otro artículo.

Se presenta un artículo sobre el desarrollo de un sistema de monitoreo para la distribución de agua, en el que se emplea el internet de las cosas (IoT), siendo una red de dispositivos que arroja mediciones más precisas y la transmisión confiable de datos; investigación que aporta a la gestión del agua, recurso vital, que también se relaciona con otras áreas como el cambio climático y la seguridad alimentaria.

En este número, se presentan varios artículos relacionados con innovaciones en ciencia y tecnología de alimentos. Nuevos desarrollos para la conservación de alimentos, el uso de proteínas vegetales como piensos en agroindustria, la utilización de sustitutos de la leche y de subproductos de la industria alimentaria como opciones nutritivas y sostenibles.

---

1. Nutricionista Dietista, Doctora en Nutrición, Docente Escuela de Nutrición y Dietética Maestría de políticas públicas alimentarias y nutricionales, Universidad de Antioquia Colombia.

Aparecen dos artículos muy interesantes sobre, un tema que puede considerarse tabú, y es la inclusión de insectos en la alimentación humana, ambos artículos señalan que los insectos comestibles son una alternativa a las proteínas convencionales, destacándose por su alto contenido de proteínas y micronutrientes, además de su producción sostenible.

En consonancia con la sostenibilidad, se presenta una revisión de literatura sobre agricultura regenerativa, una alternativa a la agricultura convencional, que ofrece soluciones a desafíos como la degradación del suelo y el cambio climático y es fundamental para lograr la sostenibilidad del sistema alimentario. En ese mismo sentido, se presenta una revisión sobre el cambio climático que amenaza la seguridad alimentaria, en el que concluyen que los gobiernos deben establecer políticas públicas encaminadas a fortalecer prácticas agrícolas resilientes, invertir en tecnologías sostenibles, fortalecer la soberanía alimentaria y proteger el derecho a la alimentación.

Una colección de temas muy interesante, que permite conocer los campos de conocimiento en los que se están formando los investigadores hondureños. Que toda la información presente en esta revista sea de utilidad para el avance de nuestro maravilloso país.



## ARTÍCULO ORIGINAL

**Primera consulta nacional a la niñez hondureña:  
entorno alimentario escolar. Julio-noviembre 2023**

**First National Consultation on Honduran Children:  
School Food Environment. July-November 2023**

**Autores:** Reny UrbinaAnariba, Eliab Jair Oseguera  
Oyuela, Juan Alexander Dicunta Alvarado y Oscar  
Edgardo Gonzáles

## Primera consulta nacional a la niñez hondureña: entorno alimentario escolar. Julio-noviembre 2023

### First National Consultation on Honduran Children: School Food Environment. July-November 2023

**Autor:** 1. Reny Urbina Anariba (ORCID: 0009-0000-9699-5097)

2. Eliab Jair Oseguera Oyuela (ORCID: 0000-0002-9847-7979)

3. Juan Alexander Dicunta Alvarado (ORCID: 0009-0003-9257-0253)

4. Óscar Edgardo Gonzáles (ORCID: 0009-0005-3550-1926)

**Sobre el autor:** 1-2, Unidad de Gestión Académica e Investigación, SEDESOL, 3-4 Unidad de Diseño de Políticas Sociales, SEDESOL.

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 30-07-24

Aceptado/Accepted: 14-11-24

**Contacto de correspondencia:** oscar.gonzales@sedesol.gob.hn

## Resumen

**Introducción:** Este estudio tiene como objetivo analizar el entorno alimentario de los escolares del sector público en Honduras que reciben alimentación escolar, enfocándose en la disponibilidad, accesibilidad y prácticas alimentarias, para contribuir a la creación de políticas sociales basadas en evidencia, con la participación directa de los niños y niñas (NN) a través de una consulta nacional. **Metodología:** Se realizó un estudio observacional, cuantitativo, descriptivo y transversal desarrollado en los meses de julio–noviembre 2023 en centros educativos públicos de todo el país. Se calculó la muestra para cada departamento seleccionando un nivel de confianza de 95 % y un margen de error de 5 %, la muestra total fue de 9 415 NN. **Resultados:** El 25.9 % de los NN se identifica con un pueblo originario. El 7 % de la niñez consultada presenta algún tipo de discapacidad siendo la discapacidad cognitiva y la visual las más frecuentes. El 82 % de los NN consultados cuando está en el seno de su hogar comen acompañados de su madre. Las golosinas más comercializadas en las casetas de las escuelas son los “churros” (snacks o chips) y los dulces, 73.9 % y 71.7 % respectivamente, y los alimentos preparados representan el 37 % de las ventas. **Conclusiones:** los niños obtienen alimentos tanto en el hogar como en la escuela. Aunque consumen suficiente agua, los alimentos escolares son altos en calorías y carecen de nutrientes esenciales, con solo un 20 % accediendo a refrescos naturales. El 82 % come con su madre, lo que resalta la importancia de la educación alimentaria. Además, se destaca la necesidad de estrategias inclusivas para niños con discapacidad (7 % de la población estudiada) y la importancia de diversificar la oferta alimentaria, promoviendo alimentos saludables, tradicionales y el uso de huertos escolares para mejorar la alimentación escolar

**Palabras clave:** alimentación escolar, seguridad alimentaria, programas y políticas de nutrición y alimentación

**Introduction:** This study aims to analyze the food environment of public sector schoolchildren in Honduras who receive school feeding, focusing on availability, accessibility and food practices, to contribute to the creation of evidence-based social policies, with the direct participation of children through a national consultation. **Methodology:** An observational, quantitative, descriptive and cross-sectional study was carried out between July and November 2023 in public educational centers throughout the country. The sample was calculated for each department by selecting a confidence level of 95 % and a margin of error of 5 %, the total sample was 9 415 NN. **Results:** 25.9 % of NN identify with an indigenous people. 7 % of children surveyed have some type of disability, with cognitive and visual disabilities being the most common. 82 % of children surveyed eat with their mother when they are at home. The sweets most sold at school kiosks are “churros” (snacks or chips) and candy, 73.9 % and 71.7 % respectively, and prepared foods represent 37 % of sales. **Conclusions:** Children obtain food both at home and at school. Although they consume enough water, school meals are high in calories and lack essential nutrients, with only 20 % accessing natural soft drinks. 82 % eat with their mother, which highlights the importance of food education. In addition, the need for inclusive strategies for children with disabilities (7 % of the population studied) and the importance of diversifying the food supply, promoting healthy, traditional foods and the use of school gardens to improve school meals, are highlighted.

**Key words:** School meals, food security, Nutrition and Food Programs and Policies

## Introducción

El entorno alimentario es fundamental para mejorar la alimentación escolar, este incluye tanto las infraestructuras como las condiciones dentro y alrededor donde se ofrecen, adquieren o consumen alimentos —pulperías, cafeterías u otros puntos de venta; los programas alimentarios de apoyo se relacionan con el contenido nutricional de los alimentos disponibles, su precio, inocuidad, estética y la publicidad de las marcas entre otras—.

La participación ciudadana se refiere a la forma en que la sociedad se organiza, estructura y lleva a cabo procesos mediante los cuales las personas desarrollan intenciones orientadas a transformar su entorno, con diferentes niveles de éxito, aplicándolas a situaciones o actividades específicas (Páez-Álvarez 2006).

El Plan de Gobierno 2022-2026, en materia de niñez, propuso el diseño de políticas públicas con la participación directa de niños, niñas y adolescentes y familias (Gobierno de Honduras 2022), con base en esto, la Dirección de Políticas Públicas para el Desarrollo y la Protección Social de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), diseñó y realizó una consulta nacional para escolares participantes del Programa de Alimentación Escolar (PAE) analizando el entorno alimentario escolar, con el objetivo de obtener insumos para la construcción de una política de alimentación escolar sustentable y acuerpar la Ley de Alimentación Escolar e impulsar el derecho a la participación de la niñez en cada uno de sus contextos, conformando sociedades más democráticas e igualitarias (Ruiz-Jarquín 2022).

La provisión de alimentos dentro de las instituciones educativas, mediante programas de alimentación escolar constituye una importante herramienta de protección social, donde las intervenciones iniciales se han canalizado eficazmente, apoyándose en programas para respaldar los potenciales juveniles e infantiles para compensar el bajo nivel de ingresos de familias vulnerables. Es en estos escenarios donde la alimentación de los estudiantes dentro de los centros educativos resguarda la situación de familias durante su desarrollo social y económico (Moreno-Villamil 2023).

El PAE busca crear un sistema capaz de brindar educación gratuita y accesible para toda la población estudiantil a nivel nacional. En 2023 el Gobierno había invertido más de L 1 022 millones, para que 1.3 millones de niñas y niños (NN), de 21 mil centros educativos, incluyendo los que están en las zonas más remotas del país, reciban una ración diaria de alimentos nutricionalmente balanceada; además el PAE recibió el reconocimiento internacional de la Coalición por la Alimentación Escolar en la Primera Cumbre Mundial celebrada en París 2023 (SEDESOL 2023).

En Latinoamérica y el Caribe (LAC), el sobrepeso y la obesidad están aumentando de manera alarmante, amenazando la salud y el bienestar de millones de NN, adolescentes y adultos; al mismo tiempo se incrementa el hambre y su resultante desnutrición, que se expresa como retraso del crecimiento, emaciación infantil o como deficiencias de micronutrientes afectando su cognición y desarrollo integral. Se estima que la brecha de escolaridad que afecta a la población que sufrió desnutrición, alcanza en promedio a los dos años de estudio y tiene como consecuencia que quienes han sufrido desnutrición presentan una proporción significativamente mayor de educación primaria incompleta y un menor logro a nivel de educación secundaria completa (CEPAL 2024).

Los estudios sobre malnutrición y educación reconocen la importancia del entorno escolar y la multicausalidad en la misma; esto debido a que en ella se adquieren estilos de vida y comportamientos que se trasladan a su vida cotidiana. La infraestructura escolar influye también en la relación con la alimentación y su entorno, influenciada negativamente con publicidad y disposición en las casetas escolares de comidas y bebidas no nutritivas, azucaradas y ultraprocesadas (Fuentes y Estrada 2023).

Todas las intervenciones públicas que favorezcan la seguridad alimentaria se basan en el derecho humano a la alimentación. Según el Índice Global del Hambre (IGH), la región de LAC está en la categoría de baja inseguridad alimentaria comparada con otras regiones del mundo, y requiere estrategias de coordinación multisectorial e interinstitucional para abordarla y lograr la reducción del hambre de manera significativa, que incluyen no solo la legislación sino la vigilancia de su aplicación (BID 2019).

El objetivo de este estudio es analizar el entorno alimentario de escolares del sector público en Honduras que reciben alimentación escolar, enfocado en la disponibilidad, accesibilidad y prácticas alimentarias. La finalidad es contribuir en la construcción de políticas sociales basadas en la evidencia y la participación ciudadana.

## Metodología

Se realizó su estudio observacional, cuantitativo, descriptivo y transversal desarrollado en los meses de julio – noviembre 2023. La consulta se gestionó y coordinó desde la Dirección de Políticas Públicas de SEDESOL en centros educativos del sistema público de los 18 departamentos del país. El universo está compuesto por los estudiantes matriculados en el primer y segundo ciclo de educación básica del año 2022 del Sistema SACE de la Secretaría de Educación. Se calculó para cada departamento del país seleccionando un nivel de confianza de 95 % y un margen de error de 5 %, resultando entre 370-400 NN por lo que se consideró recolectar 400 encuestas en cada departamento. La muestra total fue de 9 415 NN. La recolección de datos incluyó la consulta a todos los NN que mostraron su deseo de participar, que estuvieran matriculados en el sistema de educación pública, que se encontraran en el primero o segundo ciclo de educación básica y cuyos padres hubiesen firmado el consentimiento informado.

Se diseñó un instrumento que incluyó 13 preguntas sobre el entorno alimentario basado en los ejes en que se planificó el diseño de la política de alimentación escolar: 1) Salud, nutrición y protección social, 2) seguridad alimentaria, 3) desarrollo económico local y 4) educación alimentaria y nutricional. Para su aplicación se utilizó un instrumento elaborado

para el efecto en la herramienta digital kobotoolbox® diseñado con imágenes de forma que facilitara el proceso para los escolares que no habían finalizado su proceso de lectoescritura.

A través de las preguntas se evaluó la experiencia de los NN en temas de: acceso a merienda, preferencias de alimentación, patrones culturales de consumo, satisfacción de la merienda recibida, entre otros. Cada instrumento brindó información básica para poder evaluar las necesidades y realidades de alimentación escolar en los NN. Para la tabulación y análisis de datos se utilizó el programa Microsoft Excel, se analizaron las preguntas sobre la disponibilidad de alimentos, acceso y consumo, se cruzaron algunas variables considerando género, pueblos originarios, presencia de discapacidad y la relación de estos factores con el desarrollo social.

### Aspectos éticos

**Consentimiento informado:** se obtuvo el claro y explícito consentimiento de los padres, madres o tutores legales de los NN, asegurando que estuvieran plenamente informados sobre los objetivos y procedimientos del estudio. Este documento fue elaborado en español y en Misquito.

**Asentimiento:** el consentimiento de los padres o tutores no implicaba una obligación de los niños para participar en el estudio; se buscó obtener el consentimiento directo de los niños según su capacidad y voluntad.

La recolección de datos se realizó de dos formas; de acuerdo con particularidades de tiempo y espacio se aplicaba el instrumento de forma física o de forma digital a través de la plataforma kobotoolbox® y con la colaboración de directivos, docentes y personas voluntarias.

**Control de calidad de los datos:** por la elevada cantidad de datos incluidos en esta investigación, se verificaron tres veces comparando los valores totales por cada variable incluida. Si se encontrara una incongruencia o error, los datos se cargaban nuevamente sin incluir datos repetidos o abreviados en las respuestas de los niños consultados.

## Resultados

Se obtuvo un total de 9 415 registros a nivel nacional de los cuales fueron depurados 160, quedando una base de datos limpia con 9 259 registros que son los que nos brindaron la información que posteriormente se analizó (Tabla 1).

Tabla 1. Niños y niñas escolares consultados

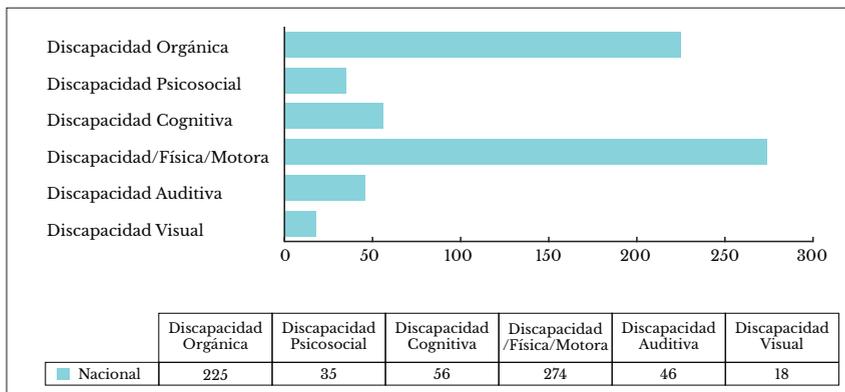
Departamento	#	Departamento	#
Choluteca	2 479	Olancho	357
Yoro	601	Valle	345
La Paz	574	Gracias a Dios	307
Francisco Morazán	519	Santa Bárbara	258
El Paraíso	458	Atlántida	241
Comayagua	453	Islas de la Bahía	237
Colón	413		
Copán	409		
Lempira	407		
Intibucá	403		
Ocotepeque	400		
Cortés	398	Total	9 259

Fuente: Datos obtenidos de la consulta a escolares, SEDESOL, 2023.

Del total de registros, la distribución por sexo corresponde a 52 % niñas y 48 % niños. El 25.9 % de los NN se identifica como parte de un pueblo originario dentro de los cuales el grupo Lenca es el más predominante, abarcando un 63 % de los niños identificados con algún grupo originario. Se destaca la presencia de los grupos Maya Chortí y Misquito con 16 % y 15 % respectivamente. La identificación de los grupos originarios presentes en los NN que asisten a las escuelas del país nos permite identificar aspectos culturales que pueden influir de alguna forma en las preferencias y prácticas alimentarias, y como estas pueden llegar a relacionarse con el proceso de Alimentación Escolar.

El 7 % de la niñez consultada presenta algún tipo de discapacidad (Figura 1), la discapacidad cognitiva y la visual son las más frecuentes en las respuestas con un 42 % y 34 % respectivamente. En menor frecuencia encontramos otras discapacidades como la motora, la psicosocial, la orgánica o la auditiva. Es necesario reconocer que cada tipo de discapacidad puede requerir estrategias y apoyos únicos para garantizar la participación equitativa de los NN en todos los procesos.

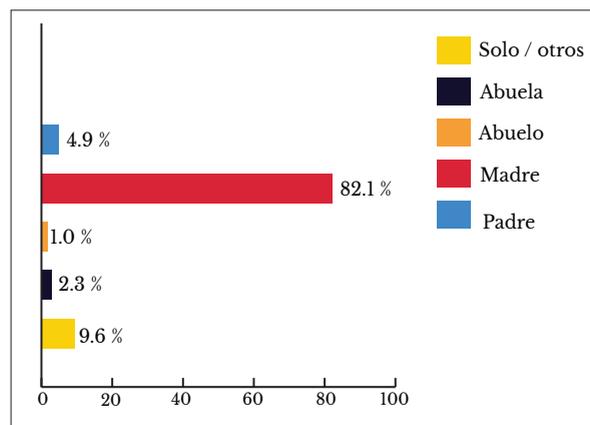
**Figura 1.** Niños y niñas con discapacidad consultado a nivel nacional.



**Fuente:** Datos obtenidos de la consulta a escolares, SEDESOL, 2023.

Los tres tiempos de comida básicos son los que mayor frecuencia se consumen. El 13 % realiza merienda por la mañana, una de las funciones de las meriendas es reducir el apetito previo a tiempos como el almuerzo o la cena, aquí radica la importancia de que la alimentación escolar brindada sea sana y nutritiva. Es importante señalar que el 82 % de los NN consultados cuando está en el seno de su hogar comen acompañados de su madre, resultado importante para analizar el componente de educación y la importancia de establecer patrones alimentarios adecuados (Figura 2).

**Figura 2.** Con quién come los NN en sus hogares (%).



**Fuente:** Datos obtenidos de la consulta a escolares, SEDESOL, 2023.

Según la consulta, existe una alta disponibilidad de bebidas procesadas y envasadas (Tabla 2) alcanzando el 80 % entre refrescos de lata o de botella y jugos de lata o caja en conjunto; dejando únicamente el 20 % se refiere a refrescos naturales, que son bebidas con el mínimo proceso de transformación.

**Tabla 2.** ¿Qué tipo de comida venden en tu escuela?

	#	%
Baleadas o burritas	6 963	73.96
Churros	6 953	73.85
Confites o dulces	6 747	71.66
Refrescos de botella (lata)	6 581	69.9
Jugos de caja (lata)	6 402	68
Pastelitos, pupusas, tacos fritos y enchiladas	5 692	60.46
Tajaditas de plátano	4 101	43.56
Frescos naturales	3 283	34.87
Pollo, pescado o carne	1 693	17.98
Tamalitos, atol, ticucos y elotes	4 58	4.86
Otro:	4 64	4.93

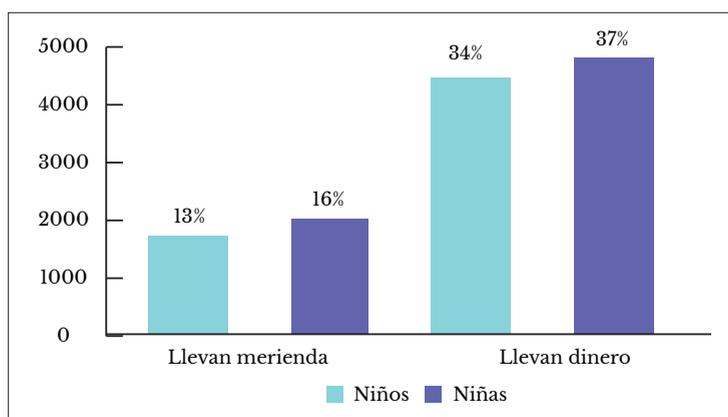
**Fuente:** Datos obtenidos de la consulta a escolares, SEDESOL, 2023.

Las baleadas o burritas son la opción más popular, representando el 37 % de los alimentos comercializados en casetas. Este dato sugiere que este tipo de comida es una elección común entre los estudiantes. Sobre la venta de alimentos dentro de las escuelas se evidencia que gran parte de la oferta son alimentos fritos y altamente calóricos. Es una oferta escasa en nutrientes debido a la falta de disponibilidad de frutas y verduras y alimentos proteicos de origen animal.

Las golosinas más comercializadas en las casetas de las escuelas son los “churros” (snacks o chips) y los dulces, 73.9 % y 71.7 % respectivamente. Estas golosinas en exceso pueden llegar a ser perjudiciales para la niñez por altos niveles de azúcar o de sodio. Gran parte de la oferta de alimentos en las casetas escolares son alimentos densamente calóricos principalmente churros y dulces, alimentos que no tiene ningún aporte nutricional y en cambio contienen exceso de calorías, grasas trans y sodios en cantidades inadecuados para los niños.

Se muestra que es mayor la cantidad de NN que llevan dinero a la escuela (34-37 %) que aquellos que llevan merienda (13-16 %), dejando la oportunidad para que el niño tenga la libertad de elegir que comprar en la escuela, recalcando la importancia de la educación alimentaria y la disponibilidad de alimentos sanos y nutritivos (Figura 3).

**Figura 3.** Niñez consultada que lleva merienda y/o dinero por género



**Fuente:** Datos obtenidos de la consulta a escolares, SEDESOL, 2023.

En la Tabla 3 se aprecia las golosinas más frecuentes que llevan los NN a la escuela destacándose en primer lugar los jugos o frescos de botella (16.2 %), seguido de galletas (15.2 %) y churros (14.7 %).

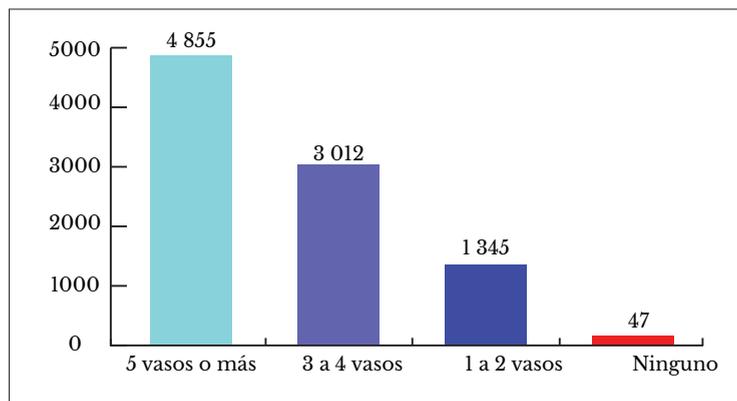
**Tabla 3.** ¿Qué tipo de comida llevas a tu escuela?

Valor	Frecuencia	Porcentaje
Agua	2 692	28.59
Tortillas	1 807	19.19
Frijoles	1 655	17.58
Banano	1 600	16.99
Huevo	1 575	16.73
Jugos o frescos de botella	1 522	16.17
Frescos Naturales	1 444	15.34
Galletas/Pan	1 432	15.21
Churros	1 384	14.7
Queso	1 283	13.63
Papa	1 242	13.19
Sandía	1 237	13.14
Naranja	1 096	11.64
Carne de Res/ Pescado/ Pollo	941	9.99
Dulces/Confites	917	9.74
Lácteos	853	9.06
Pasta Espaguetis/Coditos	784	8.33
Piña	755	8.02
Tomate	560	5.95
Zanahoria	448	4.76
Conos/Paletas	338	3.59
Remolacha	257	2.73
Café	240	2.55
Chile Verde	193	2.05
Otro	398	4.23

**Fuente:** Datos obtenidos de la consulta a escolares, SEDESOL. 2023.

En cuanto a las bebidas que los NN llevan a la escuela figura en mayor porcentaje el agua (28.6 %), seguido de los refrescos de botella (16.2 %) y refrescos naturales (15.34 %). Se observa que a nivel nacional el agua es la bebida que llevan con más frecuencia a las escuelas, en cuanto a la cantidad de vasos con agua consumidos, el 51.57 % respondieron que consumían 5 o más vasos al día. Demostrando que, aunque en su mayoría consumen agua en las cantidades adecuadas, un alto porcentaje todavía consume cantidades insuficientes, correspondiendo al 14.79 %, consumen 2 vasos o menos (Figura 4).

**FIGURA 4.** Cantidad de vasos de agua diarios que toman los NN



**Fuente:** Datos obtenidos de la consulta a escolares, SEDESOL, 2023.

En la Tabla 4 se observa que existe una marcada diferencia entre lo que los niños y niñas desean consumir y lo que algunos de ellos llevan de la casa a la escuela. Alimentos como las carnes (5 674 preferencias vs. 941 consumos) y lácteos (5 653 preferencias vs. 853 consumos) presentan diferencias notables en la que destaca una falta de acceso a alimentos proteicos que son esenciales para el desarrollo infantil. Los alimentos más deseados como algunas frutas (sandía, bananos o naranjas) y algunos proteicos como los anteriormente mencionados, indican cierta preferencia hacia alimentos frescos y saludables.

**Tabla 4.** Alimentos que NN les gustaría comer en la escuela y su relación con los que llevan

	Le gustaría comer	Lleva a la escuela
Sandía	6860	1237
Banano	6632	1600
Carne de Res/pescado/pollo	5674	941
Lácteos	5653	853
Piña	5496	755
Huevos	5487	1575
Queso	5365	1283
Tortillas	5345	1807
Pasta (Espaguetis/Coditos)	5326	784
Papa	5234	1242
Frijoles	5007	1655
Tomate	3886	560
Zanahoria	3453	448
Remolacha	2342	257
Chile verde	1599	193
Naranja	6392	1096

**Fuente:** Datos obtenidos de la consulta a escolares, SEDESOL, 2023.

## Discusión

**D**urante el periodo escolar se establecen la mayor parte de hábitos por lo que deben establecerse las bases para una buena salud. Es esencial desarrollar hábitos alimentarios para el proceso de aprendizaje y la obtención de logros académicos (Ibarra et al. 2019).

En el entorno escolar los problemas de salud más comunes se asocian a una mala alimentación y es que el patrón de preferencias alimentarias y debido a esto muchas de las intervenciones se orientan al desarrollo de habilidades individuales, sin embargo es importante las acciones gubernamentales, políticas públicas y servicios que favorezca la salud de la población infantil con especial atención a la promoción de una alimentación saludable debido a su alta vulnerabilidad por su exposición a los factores de riesgo relacionados a desnutrición, mala alimentación, obesidad y otras que influirán en su salud y desarrollo en su vida adulta (Bonilla-Caicedo, M et al. 2022).

El Gobierno de Honduras reportó que durante 2023 más de 94 mil niñas y niños indígenas y Afrohondureños recibieron diariamente su ración de alimentos adaptados a su identidad gastronómica (SEDESOL 2023). La población de pueblos originarios representada en este estudio por el 25.9 % de NN consultados, refuerzan la importancia de lograr un enfoque intercultural; los alimentos que se consumen están vinculados estrechamente no solo con el territorio, sino con su identidad en ocasiones relacionándose con celebraciones o tradiciones específicas, resaltando el valor cultural y no solo nutricional de los mismos (BID 2022).

Además, es un tema estudiado que las diferentes prácticas culturales y estilos de vida pueden influir en las decisiones nutricionales o el seguimiento de recomendaciones. Las raciones alimentarias brindadas por programas de alimentación escolar deben incorporar alimentos culturalmente competentes que se adapten a los gustos y preferencias culturales y a su entorno; la falta de comprensión de las normas, valores y prácticas culturales puede llevar a desacuerdos o tergiversaciones que finalmente impacten en la salud y desarrollo de los NN (Álvarez et al. 2024).

Las carencias nutricionales, especialmente la deficiencia de minerales como el hierro, son una causa importante de deficiencias cognitivas, que afectan el desarrollo intelectual, el aprendizaje, la memoria, la atención y el procesamiento de información en la infancia. Aunque este estudio no muestra una relación directa entre nutrición y funcionalidad, se destaca que un 7 % de la población presenta discapacidad, de la cual el 42 % es cognitiva, lo que subraya la importancia de abordar de manera integral las condiciones nutricionales como mecanismo de prevención de condiciones que afecten el desarrollo psicomotor, fomentando el desarrollo integral desde la primera infancia (Merino Loor et al. 2022).

Además, la discapacidad visual afecta al 34 % de los escolares con discapacidad, y una nutrición adecuada durante los primeros 6 meses de vida es crucial para la salud ocular. La deficiencia de vitamina A —esencial para la visión—, puede causar graves trastornos visuales, pero su suplementación puede prevenir hasta el 70 % de los casos de ceguera (Jaramillo-Cerezo et al. 2022). El Programa de Alimentación Escolar en algunas escuelas de Honduras posee huertos escolares, lo que podría ayudar sustancialmente a promover la ingesta de hortalizas entre los estudiantes. Además, fomenta hábitos alimentarios más saludables y permite que los niños aprendan sobre nutrición y sostenibilidad, creando una mayor conciencia sobre la importancia de una alimentación balanceada (Diario Oficial La Gaceta 2017).

Una estrategia efectiva es el uso de aceites fortificados, que se implementan en programas de alimentación escolar y son fundamentales para garantizar nutrientes esenciales, mejorar la salud integral y prevenir deficiencias nutricionales en comunidades con dietas insuficientes (Espejo et al. 2022).

Garantizar el acceso a una alimentación adecuada y saludable es un desafío global que se alinea con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, promoviendo sistemas alimentarios saludables y sostenibles. Se estima que para 2030, se necesitarán entre 176 000 millones y 3.98 billones de USD para erradicar la subalimentación y cumplir con las metas mundiales en nutrición, mientras que el costo de no actuar podría ser aún mayor.

Existen evidencias científicas que destacan los efectos negativos de una mala alimentación en la salud y justifican intervenciones en salud pública para mitigar estos impactos y los costos asociados a los sistemas de salud. Es crucial estudiar las prácticas alimenticias familiares, teniendo en cuenta factores como los ingresos, la clase social y las interacciones con las instituciones educativas (Avelar et al. 2024). Investigaciones indican que en hogares de bajos recursos económicos es más común el consumo de alimentos ultraprocesados debido a su bajo costo, mientras que en familias de mayores ingresos se rechaza la comida de los comedores escolares, especialmente en escuelas privadas. Incluso en familias con mayores niveles educativos, no siempre se observan mejoras en los hábitos alimenticios de los NN (Fuentes y Estrada 2023).

La forma en que los NN obtienen sus alimentos ocurre principalmente a través del hogar y la escuela. Por ello, es fundamental brindarles información clara sobre los alimentos que consumen y diversificar la oferta alimentaria para fomentar el consumo de frutas, verduras y otros alimentos saludables. En este contexto, la escuela desempeña un papel determinante, no solo como espacio donde se adquieren conocimientos, hábitos de vida y formas de comportamiento, sino también como un lugar donde estos patrones pueden cuestionarse o reforzarse (Ibarra et al. 2019). Sin embargo, la infraestructura escolar y los servicios que ofrece, como las casetas o glorietas, frecuentemente influyen de manera negativa debido a la disponibilidad de alimentos y bebidas ultraprocesados, azucarados y con escaso valor nutricional, lo que pone de manifiesto la necesidad de mejorar las opciones disponibles en estos entornos (Fuentes y Estrada 2023).

En Costa Rica y Guatemala, a pesar de las regulaciones que buscan promover alimentos saludables en los centros educativos, los estudiantes siguen accediendo fácilmente a productos no saludables fuera de las escuelas. En Costa Rica, aunque se regula la venta de ciertos alimentos dentro de las escuelas, los estudiantes compran productos como confites y chicles en los alrededores, lo que pone en evidencia la dificultad de controlar los hábitos alimenticios solo dentro de la institución. De manera similar, en Guatemala, las escuelas están rodeadas de tiendas que venden principalmente alimentos no saludables, lo que permite que los escolares accedan a ellos sin restricciones. Esto subraya la necesidad de crear un enfoque integral que regule tanto lo que ocurre dentro como fuera de las escuelas, para fomentar hábitos alimenticios más saludables (Gamboa-Gamboa 2021).

La Ley para el Control y Regulación de Bebidas Energizantes de Honduras, contenida en el Decreto No. 114-2024, prohíbe la venta de bebidas energizantes a menores de 18 años en todo el país, especialmente en lugares como escuelas y guarderías (Diario Oficial La Gaceta 2024). Estas bebidas, que contienen ingredientes estimulantes como cafeína, taurina y ginseng, deben cumplir con regulaciones sobre etiquetado, envasado y publicidad, incluyendo advertencias de riesgos para la salud, especialmente para mujeres embarazadas y lactantes. La Agencia de Regulación Sanitaria (ARSA) y la Secretaría de Desarrollo Económico son responsables de su fiscalización. Además, el Reglamento de Ventas de Alimentos en los Centros Educativos promueve la venta de alimentos saludables y la educación alimentaria, con la colaboración de la Secretaría de Educación y la FAO, asegurando que los productos vendidos en las escuelas sean nutritivos y seguros, mientras se combate la malnutrición.

La cantidad de agua en el cuerpo humano varía según factores como la edad, la salud y el entorno, siendo esencial una ingesta adecuada para mantener un balance hídrico óptimo. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria recomienda 1.6 litros de agua diarios para niños a partir de 4 años (Salas-Salvado et al. 2020). Sin embargo, en el contexto escolar

de la población estudiada, aunque el agua es la bebida más consumida, un 14.79 % de los niños consumen solo 2 vasos o menos al día, lo que indica una ingesta insuficiente. En lugares como Choluteca, Honduras, la prevención de enfermedades relacionadas con la deshidratación, como la Nefropatía Mesoamericana, debe ser prioritaria. Esta enfermedad, vinculada a la deshidratación y factores ambientales, afecta principalmente a jóvenes adultos, por lo que es crucial fomentar la hidratación adecuada desde la etapa escolar para reducir su incidencia en el futuro (Linarez Ochoa et al. 2023).

La Encuesta Demográfica de Honduras de 2019 revela un grave problema de acceso a agua potable segura, con un 44.4 % de la población en riesgo de contaminación fecal en la fuente de agua y un 59.2 % en riesgo dentro de sus hogares. Esta situación provoca enfermedades gastrointestinales que no solo representan una amenaza para la vida, sino que también afectan profundamente el desarrollo de los niños, ya que están vinculadas con retraso en el crecimiento físico y deficiencias en el desarrollo intelectual. Además, estas enfermedades contribuyen al ausentismo escolar, lo que agrava aún más la situación en un contexto de escuelas que carecen de agua y saneamiento adecuados, creando un ciclo negativo que impacta tanto en la salud pública como en la educación y el bienestar a largo plazo de los niños (UNICEF 2023).

Las intervenciones educativas en alimentación y nutrición, como talleres de cocina y materiales audiovisuales dirigidos a las familias de niños preescolares y escolares, pueden ser efectivas para cambiar los hábitos alimentarios, pero deben considerar factores clave como los ingresos económicos de las familias, los cuales afectan la accesibilidad y disponibilidad de alimentos saludables. En contextos de desigualdad económica, las diferencias en los ingresos se traducen en una dieta poco balanceada, caracterizada por un mayor consumo de alimentos ultraprocesados, como refrescos azucarados (Anaya García, y Álvarez Gallego 2018). Además, el sedentarismo, especialmente en los grupos de bajos ingresos y en mujeres, y las dificultades para acceder a espacios adecuados para hacer ejercicio, agravan este problema (Olarte Hernández et al. 2021). Las deficiencias estructurales de las ciudades, sumadas a la sobrecarga de las responsabilidades domésticas, afectan negativamente las conductas alimentarias (Godoy Berthet et al. 2020), lo que demuestra que las intervenciones educativas deben ser acompañadas de políticas que mejoren las condiciones socioeconómicas y el entorno urbano, promoviendo un acceso más fácil y económico a alimentos saludables y a espacios para la actividad física.

## Conclusiones

Este estudio demuestra que, aunque en las escuelas existe una alta disponibilidad de bebidas procesadas y alimentos poco nutritivos, como refrescos y golosinas (con un 80 % de bebidas procesadas y 73.9 % de churros y 71.7 % de dulces en las casetas), los niños tienen una adecuada ingesta de agua, siendo el 51.57 % quienes consumen cinco o más vasos al día. Sin embargo, persisten problemas relacionados con las elecciones alimentarias, ya que muchos de los alimentos disponibles son altamente calóricos, fritos y carecen de nutrientes esenciales. Solo el 20 % de los niños tiene acceso a refrescos naturales, y los alimentos en las casetas escolares carecen de frutas, verduras y proteínas. Además, es importante destacar que el 82 % de los niños comen en compañía de su madre, lo que sugiere la necesidad de reforzar la educación alimentaria en el hogar y la escuela. Se subraya la relevancia de estrategias inclusivas para atender la diversidad de discapacidades (7 % de niños con discapacidad) y adaptar las prácticas alimentarias a sus necesidades.

Para abordar las necesidades nutricionales de los niños, es esencial priorizar las intervenciones que apunten a reducir la malnutrición y mejorar la salud alimentaria. La falta de datos exactos sobre la malnutrición hace que se utilicen modelos económicos para estimar los costos de las intervenciones necesarias. En este sentido, es urgente que los países fortalezcan los marcos institucionales y normativos que se fortalezca la regulación,

movilicen recursos adecuados y fomenten la coordinación multisectorial para reducir la prevalencia de la desnutrición, el sobrepeso, la obesidad, las deficiencias de micronutrientes y la inseguridad alimentaria, especialmente en países de bajos ingresos donde los niños son los más afectados.

Una estrategia clave es la implementación de programas de alimentación escolar que orienten los sistemas alimentarios hacia la salud nutricional y la sostenibilidad. Además, la promoción del consumo de alimentos tradicionales indígenas de alto valor nutricional, puede ayudar a reducir problemas como el sobrepeso y la obesidad. Los huertos escolares, como elementos educativos y productivos, representan una medida eficaz para mejorar la accesibilidad y disponibilidad de alimentos saludables, beneficiando tanto a los estudiantes como a los pequeños productores.

## Agradecimientos

Se agradece la colaboración esencial de la Secretaría de Desarrollo Social y el Programa de Alimentación Escolar, así como de la Secretaría de Educación cuya colaboración no solo se limita a recursos financieros, sino que también se manifiesta como un valioso respaldo intelectual y logístico. La oportunidad de contar con su apoyo ha fortalecido de manera significativa tanto la calidad como el alcance de la Consulta, así como los insumos obtenidos de la misma. Se agradece además a Pastor Martínez, José Bustillo, Daniela Valladares Palma, Edras Martínez que contribuyeron al desarrollo de este artículo

## Referencias

Álvarez-San Martín, Roberto, Génesis Bonilla-Hurtado, y Marcela Vallespir-Valenzuela. 2024. “Percepción del nutricionista sobre el rol de las competencias culturales en la profesionalización de la nutrición Y dietética”. *Revista Española De Nutrición Humana Y Dietética* 28, núm. 3 211-219. <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.3.2165>.

Anaya García, S. E., y M. M. Álvarez Gallego. 2018. “Factores asociados a las preferencias alimentarias de los niños”. *Eleuthera* 18: 58–73. <https://doi.org/10.17151/eleu.2018.18.4>.

Avelar, Bruna Aparecida, Ana Cláudia Morito Neves, Júlia Cristina Cardoso Carraro, Mariana Carvalho de Menezes, Mayckel da Silva Barreto, y Raquel de Deus Mendonça. 2024. “Dieta no saludable y no sostenible y sindemia: El papel de los alimentos ultra procesados”. *Revista Chilena de Nutrición* 51, núm. 4: 340-345. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182024000400340>.

Banco Interamericano de Desarrollo. 2019. *Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe*. [https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Seguridad\\_alimentaria\\_en\\_Am%C3%A9rica\\_Latina\\_y\\_el\\_Caribe.pdf](https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Seguridad_alimentaria_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_el_Caribe.pdf).

Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Programa Mundial de Alimentos (WFP). *Estado de la Alimentación Escolar en América Latina y el Caribe 2022, Informe Especial: Camino a un enfoque intercultural de alimentación escolar en la región*. 2022. <http://dx.doi.org/10.18235/0005080>.

Bonilla-Caicedo, M., Ríos-Guarango, P., Yaulema-Brito, L., & Sánchez-Osejo, E. 2022. “Estrategias de promoción de la salud para una alimentación saludable en niños escolares: una revisión sistemática”. *Polo del Conocimiento* 7, núm. 2: 865-877. doi: 10.23857/pc.v7i1.3622.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2024. *El costo de la doble carga de la malnutrición. Principales impactos sociales y económicos en ocho países de América Latina*. CEPAL 2024 <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4276a3db-621c-4f96-a690-0bb90422712b/content>

Espejo, Juan Pablo, María Fernanda Tumani, Carolina Aguirre, Julieta Saánchez y Alejandra Parada. 2022. "Educación alimentaria nutricional: Estrategias para mejorar la adherencia al plan dietoterapéutico." *Revista chilena de Nutrición* 49, núm. 3: 391-398. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182022000300391>.

Fuentes, Sebastián, y Belén Estrada. 2023. "Alimentación escolar y educación alimentaria: tendencias recientes en la investigación en América Latina entre 2005 y 2021". *Revista Educación* 47, núm. 1: 588-604. <https://dx.doi.org/10.15517/revedu.v47i1.51724>.

Gamboa-Gamboa, Tatiana, Karol Madriz, Sasha de-Beausset, Ana Guzmán, Manuel Ramírez-Zea, y Meredith Fort. 2021. "School Feeding Programs in Costa Rica and Guatemala: Perceptions about Operationalization from the Public School Community". *Revista Chilena de Nutrición* 48, núm. 4: 518-533. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182021000400518>.

Gobierno de Honduras. Partido Libertad y Refundación Libre. 2021. *Plan de Gobierno para Refundar Honduras 2022-2026*. <https://www.diger.gob.hn/sites/default/files/2022-10/plan-de-gobierno-xiomara-castro.pdf>

Godoy Berthet, Carolina, Marianela Denegri Coria, y Berta Schnettler Morales. 2020 "Factores protectores y de riesgos en conductas alimentarias de madres e hijos". *Revista de Psicología (Santiago)* 29, núm. 2: 61-73. <https://dx.doi.org/10.5354/0719-0581.2020.57145>.

Honduras, Diario Oficial La Gaceta, 2017. Ley de alimentación escolar. 3 de julio 2017. Decreto No. 125 de 2016. Ley de Alimentación Escolar. 3 de julio del 2017. Dario Oficial La Gaceta. No. 34, 380.

Honduras, *Diario Oficial La Gaceta*, 2024. Ley para el control y regulación de bebidas energizantes. 6 de junio de 2024. Decreto No. 46 de 2024. Ley para el Control y Regulación de Bebidas Energizantes. 6 de junio del 2024. *Diario Oficial La Gaceta*. No. 36, 553.

Ibarra Mora, Jessica, Claudio Marcelo Hernández Mosqueira, y Carles Ventura-Vall-Llovera. 2019. "Hábitos Alimentarios Y Rendimiento académico En Escolares Adolescentes de Chile". *Revista Española De Nutrición Humana Y Dietética* 23, núm. 4: 292-301. <https://doi.org/10.14306/renhyd.23.4.804>.

Jaramillo-Cerezo, Andrea, Valeria Torres-Yepes, Isabela Franco-Sánchez, Yuliana Llano-Naranjo, Johana Arias-Uribe y Juan Suárez-Escudero. 2022. "Etiología y consideraciones en salud de la discapacidad visual en la primera infancia: revisión del tema". *Revista mexicana de oftalmología* 96, núm. 1: 27-36. Epub febrero 7, 2022. <https://doi.org/10.24875/rmo.m21000202>.

Linarez Ochoa, Nery Erasmo, Claros Rivas, Ricardo Javier, Coello Espinal, Lorena Patricia, Castro Rodríguez, Gustavo Adolfo, Silva Andino, Sandra Marcela, Ventura Díaz, Ana Cristina, Rodríguez Mendoza, José Gaspar, & Durón, Reyna María. 2023. "Hipopotasemia no medicamentosa como biomarcador de nefropatía crónica temprana en adultos del sur de Honduras". *Revista Cubana de Medicina* 62, núm. 4. from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75232023000400004&lng=en&tlng=](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232023000400004&lng=en&tlng=).

Merino Loor, María José, Domenika Ariana Toro Merino, y Mario Andrés Mendez Rengel. 2022. "Impacto de la anemia y deficiencia de hierro en el desarrollo cognitivo en la primera infancia en el ecuador: Revisión bibliográfica de la literatura". *Revista Científica Multidisciplinaria* 8, núm. 3: 71-84. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/2717>.

Moreno-Villamil, José A. 2023. "Plan de Alimentación Escolar y su incidencia en la calidad educativa de Tunja, Boyacá". *Praxis & Saber* 14, núm. 39. <https://doi.org/10.19053/22160159.v14.n39.2023.15973>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2024. “Alimentación y nutrición escolar”. <https://www.fao.org/school-food/areas-work/food-environment/es/>.

Olarte Hernández, Paola, Luz Mery Noguera Machacón, y Yaneth Herazo Beltrán. 2022. “Nivel de actividad física, comportamiento sedentario y sueño en la población de la primera infancia”. *Nutrición Hospitalaria* 38, núm. 6: 1149-1154. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.03488>.

Páez-Álvarez, Alfonso. 2006. “La participación ciudadana y su relación con el acceso a la información pública”. *Ra Ximhai*, 2, núm. 3: 611-640 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46120304>.

Ruiz-Jarquín, Irene. 2022. “Derecho a la participación de las personas menores de edad en la actualidad”. *Revista Espiga* 21, núm. 44. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467871747004>.

Salas-Salvadó, Jordi, Francisco Maraver, Leocadio Rodríguez-Mañas, Miguel Sáenz de Pipaon, Isidro Vitoria, y Luis A. Moreno. 2020. “Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual”, *Nutrición Hospitalaria* 37, núm. 5: 1072-1086. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.03160>.

Secretaría de Desarrollo Social de Honduras (SEDESOL). 2023. “Programa de Alimentación Escolar beneficia a más de un millón de niñas y niños en Honduras,” <https://sedesol.gob.hn/programa-de-alimentacion-escolar-beneficia-a-mas-de-un-millon-de-ninas-y-ninos-en-honduras/>.

Secretaría de Desarrollo Social de Honduras (SEDESOL). 2024. “El Gobierno de Honduras anuncia la entrega de la primera remesa de Alimentación Escolar 2024”. <https://sedesol.gob.hn/el-gobierno-de-honduras-y-pma-anuncian-la-entrega-de-la-primera-remesa-de-alimentacion-escolar-2024/>.

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). 2023. “Acceso al agua segura para la niñez”. <https://www.unicef.org/honduras/historias/acceso-al-agua-segura-para-la-ni%C3%B1ez>.



## ARTÍCULO ORIGINAL

Efecto del uso de diferentes ácidos orgánicos como antimicrobianos en carne molida

Effect of Different Organic Acids as Antimicrobials on Ground Beef

Autores: Sabrina E. Blandón y Jerrad F. Legako

## Efecto del uso de diferentes ácidos orgánicos como antimicrobianos en carne molida

### Effect of Different Organic Acids as Antimicrobials on Ground Beef

**Autor:** 1. Sabrina E. Blandón (ORCID: 0000-0002-5814-0044)

2. Jerrad F. Legako (ORCID: 0000-0001-5384-4248)

**Sobre el autor:** 1,2 Texas Tech University, Lubbock, Texas

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 14-10-24

Aceptado/Accepted: 19-12-24

**Contacto de correspondencia:** sablando@ttu.edu

#### Resumen

**Introducción:** Los patógenos transmitidos por los alimentos, como *E. coli* productora de toxinas Shiga (STEC) y *Salmonella* spp. son la principal causa de enfermedad e incluso de muerte en todo el mundo. En las plantas de procesamiento se utilizan numerosas intervenciones antimicrobianas para reducir los patógenos presentes en alimentos y específicamente, en la carne. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de intervenciones antimicrobianas comunes, y observar el efecto en la calidad de la carne molida de tres diferentes porcentajes de grasa. **Metodología:** Se inocularon 10 recortes de vacuno con aislados específicos de cepas de STEC y *Salmonella*. Los cortes se intervinieron con ácido peracético o láctico, mediante aerosol e inmersión. Los enjuagues de carne se diluyeron en series, y se sembraron siguiendo el método de dilución en gotas. Para comunicar los resultados, se utilizó un intervalo numerable de 2-30 colonias, tras un proceso de transformación logarítmica. Y finalmente, se evaluó el olor y microorganismos de deterioro en el producto final. Un aumento del 1 % en el porcentaje de absorción incrementará la reducción de patógenos en 0.16 LogCFU/g. **Resultados:** En la evaluación de la carne molida para detectar organismos en deterioro, se observó una diferencia significativa a lo largo del tiempo ( $P < 0.001$ ). No se encontró diferencias notables para la evaluación del olor. **Conclusiones:** La calidad no se vio afectada por los porcentajes (alto y bajo) de utilización de la intervención antimicrobiana, por lo cual, se recomienda un aumento en los porcentajes y, así, incrementar la inocuidad de la carne molida.

**Palabras clave:** ácido orgánico, carne molida, *Escherichia coli*, *Salmonella*

## Abstract

**Introduction:** Foodborne pathogens such as Shiga toxin-producing *E. coli* (STEC) and *Salmonella* spp. are the leading cause of illness and even death worldwide. Numerous antimicrobial interventions are used in processing plants to reduce pathogens in food and specifically meat products. The objective of this study was to evaluate the effect of common antimicrobial interventions and to observe the effect on ground beef of three different lean levels. **Methodology:** Beef trimmings were inoculated with specific isolates of STEC or *Salmonella* strains. Trimmings were intervened with peracetic or lactic acid by spray or dip. Meat rinses were serially diluted and plated following the drop dilution method, and an enumerable range of 2-30 colonies was used to report results after log transformation. Odor and spoilage organisms were analyzed for the quality part of ground beef. A 1 % increase in percent uptake will increase pathogen reduction by 0.16 LogCFU/g. **Results:** In the evaluation of ground beef for spoilage organisms, a significant difference was observed over time ( $P < 0.001$ ). No significant differences were found for the evaluation of odor. **Conclusions:** Quality was not affected by high and low percentages of antimicrobial intervention utilization.

**Keywords:** *Escherichia coli*, Ground beef, *Salmonella*, Organic Acids

## Introducción

El consumo de carne molida se ha identificado como una de las principales causas de enfermedades e infecciones transmitidas por los alimentos en numerosas investigaciones y evaluaciones de brotes (Bogard et al. 2013). Si los patógenos están presentes cuando la carne se muele, entonces una mayor parte de la superficie de la carne queda expuesta a las bacterias. Además, la molienda permite que cualquier bacteria presente en la superficie, se mezcle en toda la carne (Food Safety and Inspection Service 2016).

Las intervenciones más utilizadas que han demostrado ser eficaces contra los patógenos son los ácidos orgánicos, ácido láctico (LA) y ácido peracético (PAA) (Belanger 2014). El ácido láctico se utiliza ampliamente en la industria cárnica debido a su bajo costo (Wheeler, Kalchayanand, and Bosilevac 2014), y a su capacidad para inhibir el crecimiento de organismos que alteran los alimentos (Alakomi et al. 2000). Además, el ácido peracético, se degrada a mayor velocidad en períodos cortos de tiempo (Davenport 2016). Ellebracht et al. (1999) mostraron en su estudio la reducción de *E. coli* O157:H7 y *Salmonella typhimurium* con el uso de ácidos orgánicos.

Los cortes utilizados para preparar la carne molida se obtienen de muchos animales y, como se mezclan y trituran, esta carne es muy susceptible a la contaminación microbiana y tiene una vida útil muy corta, por lo que sigue siendo una fuente potencial de enfermedades transmitidas por los alimentos (Jimenez-Villarreal et al. 2003). Por estas razones, se han aplicado muchas intervenciones antimicrobianas en las plantas de procesamiento para reducir el riesgo potencial de contaminación por patógenos como, *E. coli* productora de Shiga-Toxina y *Salmonella*.

Junto con la eficacia de los tratamientos antimicrobianos, es importante entender cómo estos tratamientos impactan en la calidad de la carne (Eastwood et al. 2018). Desafortunadamente, sigue sin conocerse qué efecto podrían tener los antimicrobianos en las reducciones microbianas, el color y las características sensoriales de la carne molida de vacuno (Pohlman et al. 2002). Los consumidores consideran la decoloración como un indicador de frescura y salubridad. Utilizan estos atributos como base de sus decisiones de compra (Mancini and Hunt 2005); a pesar que, en ocasiones, el color está poco relacionado con la calidad de la carne, sigue siendo uno de los factores más influyentes en las decisiones de compra de los

consumidores (Cornforth y Jayasingh 2004). En la industria cárnica se están evaluando actualmente diversas soluciones antimicrobianas que reducen los patógenos (Quilo et al. 2009), y no tienen efectos adversos en las propiedades sensoriales o en el color de la carne (Mancini et al. 2002).

Basándose en la problemática especificada anteriormente, el objetivo del estudio es evaluar la eficacia de las intervenciones antimicrobianas comunes para la seguridad alimentaria, mediante aplicaciones por aerosol e inmersión a muestras de carne molida de vacuno; además de determinar cualquier influencia sobre la calidad del producto en respuesta al tratamiento antimicrobiano.

## Métodos

### Inoculación de recortes de carne

Se utilizaron siete aislados de *Escherichia coli* productora de toxina Shiga (STEC) (ECRC 0.1302, ECRC 97.1377, ECRC 2.0164, ECRC 3.1009, ECRC 3.1064, ECRC 9.0538 y ATCC 51657) y tres de *Salmonella* (ATCC 14028, ATCC 6962 y ATCC 31194) para inocular y evaluar la eficacia de los tratamientos.

Los aislados individuales congelados se transfirieron con un asa de inoculación (1 µL) a un tubo de ensayo con 5 ml de Caldo de Infusión de Cerebro y Corazón (CICC) y se incubaron a 37° C durante 18-24 horas. A continuación, se transfirió el aislado del cultivo y se filtró con un asa de inoculación (1 µl) en una placa con Agar de Soja (AS), la cual, se incubó durante 18-24 horas a 37° C. Se transfirió una colonia individual de la placa con un bastoncillo de algodón esterilizado a un tubo de ensayo con 5 ml de agua esterilizada. La concentración del patógeno se evaluó con la turbidez de la solución utilizando un nefelómetro y calibrándola con un estándar McFarland a 0.5 McF. Una turbidez de 0.5 McFarland equivale a 1-2 x 10<sup>8</sup> UFC/ml. Después de confirmar la concentración con el nefelómetro, los 5 ml de cada tubo se transfirieron a un tubo falcon de 50 ml que contenía 45 ml de Agua de Peptona Tamponada (APT), para diluir la concentración de patógenos en un factor de 10. Cada tubo de 50 ml que contenía *Salmonella* se vertió en un atomizador para utilizarlo durante la fase de inoculación. Siguiendo el mismo procedimiento para la inoculación de STEC, se utilizó una botella pulverizadora separada; el protocolo para la preparación del cóctel de patógenos debe iniciarse 48 horas antes.

### Producción de carne molida

Los recortes utilizados fueron de 90/10 y 50/50 (proporción entre magro y grasa), para producir carne molida de tres niveles diferentes de magro (90/10, 80/20 y 73/37). De cada lote, se colocaron nueve porciones de 1 libra de carne en bandejas de espuma de poliestireno y se envolvieron con película de PVC. Los recipientes se expusieron en una vitrina de venta bajo luz fluorescente continua, durante 4 días.

### Evaluación de calidad

Se entrenaron a siete panelistas de acuerdo con las directrices para cuatro olores: oxidado, pútrido, agrio y químico. Los panelistas cuantificaron las muestras en una escala lineal no estructurada de 0 a 100, en la que “0” representaba ausencia de olor y “100” olor intenso. Cada paquete se abrió en una pequeña esquina para evaluar el olor en los días 0, 2 y 4 de exposición.

Se evaluó la carne molida en busca de organismos de deterioro a las 0, 2 y 4 de exposición. Tras el análisis de color y olor, se colocó una porción de carne picada en una bolsa whirl pak de 700 ml con filtro, cambiándose los guantes entre muestra y muestra, para evitar la

la contaminación cruzada. Después se pesaron 10 gr de muestra y se transfirieron a otra bolsa con filtro de 700 ml, donde se añadieron 90 ml de APT. La carne molida se evaluó para recuentos aeróbicos de Enterobacteriaceae y bacterias lácticas, utilizando el sistema de enumeración TEMPO. Las tarjetas TEMPO se incubaron a 35° C durante 24 horas. Los recuentos en placa de aerobios psicrotróficos (APC-P) se realizaron utilizando petrifilms, y se incubaron a 7° C durante 10 días. Los recuentos se realizaron utilizando el 3M Petrifilm Plate Reader y fueron comprobados en un contador de colonias estándar.

### Análisis estadístico

En el primer modelo de regresión lineal, se utilizó la función incorporada lm de R para el análisis y el paquete ggplot2 para la visualización de datos (versión 4.0.4). El primer modelo general tenía la Reducción Log como variable dependiente y el Porcentaje de absorción como variable independiente.

$$(1) \text{LogReducción} = \beta_0 + \beta_1 \text{Absorción} + \varepsilon$$

Donde log (Reducción) representa las reducciones de STEC y *Salmonella* (es un coeficiente), Absorción es el porcentaje de agua retenida de los cortes (%) y  $\varepsilon$  es el término de error.

En el segundo modelo,  $\beta_i$  son parámetros, OA significa ácido peracético, Método significa método de aerosol, Corte es para corte 90/10, y  $\varepsilon_i$  es el término de error. Las variables base son el ácido láctico, el método de inmersión y el corte 50/50; por tanto, las variables ficticias son el ácido peracético, el método de aerosol y el recorte 90/10, respectivamente.

$$(2) \text{LogReducción} = \beta_0 + \beta_1 \text{Absorción} + \beta_2 \text{Ácido} + \beta_3 \text{Método} + \beta_4 \text{Corte} + \varepsilon$$

Para el modelo 3, se consideró las distintas interacciones de las variables explicativas, como puede observarse en la ecuación 3.

$$(3) \text{LogReducción} = \beta_0 + \beta_1 \text{Absorción} + \beta_2 \text{Ácido} + \beta_3 \text{Método} + \beta_4 \text{Corte} + \beta_5 \text{Ácido} \times \text{Método} + \beta_6 \text{Ácido} \times \text{Corte} + \beta_7 \text{Método} \times \text{Corte} + \varepsilon$$

Donde  $\beta_5$ - $\beta_7$  corresponde a los coeficientes de interacción de la combinación de las variables explicativas (ácido, método y recorte).

La evaluación de la calidad de la carne molida se analizó mediante el procedimiento GLIMMIX de SAS (versión 9.4, SAS Institute, Cary, NC). Se utilizó la estructura de covarianza con el criterio de información de Akaike (AIC) más bajo. Los valores de probabilidad (valores P) inferiores o iguales a  $\alpha = 0.05$  se consideraron significativos.

## Resultados

Existe una diferencia significativa en la reducción de *Escherichia coli* productoras de toxina Shiga y *Salmonella* en relación con el porcentaje de absorción ( $P < 0.01$ ). Como se muestra en la Tabla 1 y 2, cuando se combinan todos los tratamientos para STEC y *Salmonella*, se estima que por cada aumento del 1% en la absorción de antimicrobiano se produce un aumento de 0.16 LogCFU/g en reducción de patógenos. Por ejemplo, la reducción estimada de STEC utilizando ácido peracético es 0.13 LogCFU/g mayor, que, utilizando ácido láctico. En cuanto al método, la aplicación por spray tiene un efecto negativo en la reducción de 0.26 LogCFU/g, en comparación con la aplicación por inmersión. Del mismo modo, el corte 50/50 tiene un efecto negativo en la reducción, que es inferior a 0.28 LogCFU/g, en comparación al corte 90/10 (Tabla 1 y 2).

**Tabla 1.** Coeficientes de regresión lineal estimados para la reducción de STEC con efectos principales e interacciones entre variables explicativas

Variable	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	Coefficiente (Error Estándar)	P-Value	Coefficiente (Error Estándar)	P-Value	Coefficiente (Error Estándar)	P-Value
Intercepto	0.2364 (0.0505)	<.0001	0.6793 (0.0720)	<.0001	0.5622 (0.0912)	<.0001
% Absorción	0.1646 (0.0198)	<.0001	0.0634 (0.0211)	0.0029	0.0722 (0.0233)	0.0021
Ácido			0.1326 (0.0369)	0.0004	0.0888 (0.0619)	<0.0001
Método			-0.2649 (0.0441)	<.0001	-0.1697 (0.0806)	0.0363
Corte			-0.2845 (0.0372)	<.0001	-0.1594 (0.0634)	0.0126
Ácido*Método					-0.1221 (0.0769)	0.1136
Ácido*Corte					-0.1958 (0.0721)	0.0071
Método* Corte					-0.476 (0.0741)	0.5213
Tamaño de la muestra		240		240		240
R2		0.2254		0.4436		0.4682
Pr>F		<.0001		<.0001		<.0001

a) Base ácido orgánico es ácido láctico. b) Base método es aplicación por inmersión. c) Base corte es 50/50  
Fuente: Blandón y Legako, 2024.

**Tabla 2.** Coeficientes de regresión lineal estimados para la reducción de *Salmonella* spp. con efectos principales e interacciones entre variables explicativas

Variable	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	Coefficiente (Error Estándar)	P-Value	Coefficiente (Error Estándar)	P-Value	Coefficiente (Error Estándar)	P-Value
Intercepto	0.1455 (0.0392)	<.0001	0.3809 (0.0707)	<.0001	0.4082 (0.0790)	<.0001
% Absorción	0.1612 (0.0178)	<.0001	0.1249 (0.0226)	<.0001	0.1119 (0.0229)	<.0001
Ácido			0.0459 (0.0295)	0.1206	0.0888 (0.0483)	0.0670

Método	-0.0606 (0.0419)	0.1492	0.0184 (0.0619)	0.7659
Corte	-0.2518 (0.0296)	<.0001	-0.3571 (0.0507)	<.0001
Ácido*Método			-0.2440 (0.0557)	<.0001
Ácido*Corte			0.1537 (0.0556)	0.0062
Método*Corte			0.0514 (0.0590)	0.3847
Tamaño de la muestra	240	240	240	240
R2	0.2558	0.4371		0.4965
Pr>F	<.0001	<.0001		<.0001

Así mismo, en la Tabla 1 y 2, se puede observar el R2 de cada modelo explicado para los patógenos. De acuerdo con los resultados obtenidos, al incrementar las variables se obtiene un incremento en el R2. Al agregar más variables al modelo, esencialmente, se están introduciendo más potenciales predictores que pueden explicar la varianza de la variable dependiente.

Los resultados para los organismos en deterioro se presentan en la Tabla 3, donde todos los niveles de magro fueron significativos a lo largo del tiempo ( $P < 0.001$ ), con relación a todas las bacterias evaluadas en el estudio. Los resultados de este análisis muestran un aumento gradual de los recuentos de APC a las 48h, y recuentos de hasta 7.54 LogCFU/g a las 96h. Los conteos de EB comenzaron a las 0h desde 2.22 LogCFU/g hasta 2.65 LogCFU/g y aumentaron hasta 5.52 LogCFU/g a las 96h. Las bacterias lácticas se encontraron entre 1.63 – 2.86 LogCFU/g a las 0h y alcanzaron 4.18 LogCFU/g a las 96h.

**Tabla 3.** Medias para organismos de deterioro<sup>1</sup> en tres puntos de muestreo diferentes<sup>2</sup> para todos los niveles de magro<sup>3</sup>

	Punto de Muestreo			SEM4	P-Value
	0h	48h	96h		
90/10					
APC	3.91 <sup>c</sup>	5.51 <sup>b</sup>	6.92 <sup>a</sup>	0.17	< 0.001
EB	2.22 <sup>c</sup>	3.83 <sup>b</sup>	5.52 <sup>a</sup>	0.20	< 0.001
LAB	1.63 <sup>c</sup>	2.98 <sup>b</sup>	3.89 <sup>a</sup>	0.22	< 0.001
APC-P	1.91 <sup>a</sup>	1.98 <sup>b</sup>	2.59 <sup>a</sup>	0.07	< 0.001
80/20					
APC	5.08 <sup>b</sup>	5.34 <sup>b</sup>	7.54 <sup>a</sup>	0.17	< 0.001
EB	2.65 <sup>c</sup>	4.07 <sup>b</sup>	4.07 <sup>b</sup>	0.17	< 0.001

LAB	2.86 <sup>c</sup>	3.26 <sup>b</sup>	3.26 <sup>b</sup>	0.18	< 0.001
APC-P	2.11 <sup>b</sup>	2.47 <sup>a</sup>	2.57 <sup>a</sup>	0.04	< 0.001
73/27					
APC	5.51 <sup>c</sup>	6.41 <sup>b</sup>	7.47 <sup>a</sup>	0.23	< 0.001
EB	2.59 <sup>c</sup>	6.86 <sup>b</sup>	5.50 <sup>a</sup>	0.16	< 0.001
LAB	1.77 <sup>c</sup>	3.02 <sup>b</sup>	3.97 <sup>a</sup>	0.18	< 0.001
APC-P	2.24 <sup>c</sup>	2.44 <sup>b</sup>	2.64 <sup>a</sup>	0.04	< 0.001

1. Conteo aerobios totales (APC), Enterobacteriaceae (EB), bacteria ácido láctica (LAB), y Conteo aerobios totales- psicrotrofos (APC-P)

2. 0h, 48h y 96h

3. 90/10, 80/20 y 73/27 (relación magro-grasa)

4. Error estándar de la media (mayor) A-C Medias dentro de una fila sin un superíndice común difieren (P < 0,05)

Fuente: Blandón y Legako, 2024.

La carne molida fue evaluada por panelistas entrenados para identificar atributos específicos de olor —agrio, oxidado, pútrido y químico—, relacionados con la vida útil del producto (Tabla 4). A las 0h los atributos de olor no eran tan reconocibles en comparación con las 96h. Las puntuaciones aumentaron a medida que avanzaba el período de exposición. Cabe mencionar, que las puntuaciones de los panelistas en la evaluación del olor de los productos químicos, no fueron superiores a 6.90; por lo tanto, el uso de intervenciones antimicrobianas en porcentajes de absorción más altos, no tiene un impacto negativo en los malos olores de la carne molida.

**Tabla 4.** Medias de los atributos de olor para cada nivel de magro<sup>1</sup> a lo largo del tiempo<sup>2</sup>

Olor	Punto de muestreo y nivel magro		
	0h	48h	96h
Químico			
90/10	4	7	7
80/20	6	0	10
73/27	5	0	10
Ácido			
90/10	0	6	8
80/20	0	6	12
73/27	0	6	12
Pútrido			
90/10	0	0	0
80/20	0	0	0
73/27	0	0	0

Oxidado			
90/10	6	6	8
80/20	0	0	9
73/27	0	0	9

1. 90/10 (proporción entre carne magra y grasa), 80/20 (proporción entre carne magra y grasa) y 73/37 (proporción entre carne magra y grasa)

2. 0h, 48h y 96h

3. Escala lineal de 0 a 100, donde "0" representa ausencia de olor y "100" olor intenso

Fuente: Blandón y Legako, 2024.

## Discusión

En un estudio realizado por Koohmaraie et al. (2005), el ácido orgánico redujo la prevalencia de patógenos en un 35 %, de forma similar a los resultados mostrados en este estudio. Del mismo modo, los resultados obtenidos por Harris et al. (2006) demostraron que, los tratamientos antimicrobianos reducían eficazmente las cargas de patógenos los cortes de carne. Otros estudios como los de Castillo et al. (2001) y Kang, Koohmaraie y Siragusa (2001), se observa que, cuando se realiza un efecto antimicrobiano continuado durante el almacenamiento de la carne después de rociarla con soluciones antimicrobianas, este proceso antimicrobiano "multihurdle" puede reducir el nivel natural de bacterias en la carne molida, ofreciendo una reducción inmediata con un efecto inhibitor residual (Wolf et al. 2012). También mencionan que las reducciones en los cortes de carne sumergidos, podían atribuirse a un efecto de lavado, que no se habría producido con un tratamiento de spray. Durante el tratamiento de inmersión, la carne puede haber adsorbido parte de la solución del tratamiento de intervención en la superficie, permitiendo así, una exposición más prolongada del patógeno a la solución del tratamiento de intervención y proporcionando una mayor inhibición del patógeno.

Los resultados de los microorganismos en deterioro concuerdan con Scanga et al. (2000), donde a mayor contenido de grasa, se encontró un mayor recuento de placas aeróbicas. Westhoff y Feldstein (1976) informan de un aumento del APC debido a la manipulación, el procesado y el tiempo transcurrido desde el sacrificio. Se ha probado la eficacia del ácido láctico para reducir los recuentos bacterianos, este antimicrobiano muestra un efecto positivo en la reducción (Castillo et al. 2001). También el ácido peracético puede ser viable para su uso en un enfoque múltiple para la reducción de bacterias (Davenport 2016). En otra investigación realizada por Stiles y Ng (1981), se afirmó que la fuente de Enterobacteriaceae en carnes, está asociada con las superficies de trabajo de manipulación de carnes. Las bacterias lácticas están relacionadas con la carne fresca, pero representan una cohorte controvertida con especies microbianas que contribuyen a la degradación de la carne o sirven como agente protector contra las bacterias de deterioro (Pothakos et al. 2015).

Los productos de la oxidación lipídica se han asociado a los malos olores de la carne (Berruga, Vergara y Gallego 2005). El atributo agrio puede asociarse a bacterias de deterioro de productos cárnicos refrigerados que causan sabores agrios (Borch, Kant-Muermans y Blixt 1996). El resultado de la presencia de bacterias lácticas es la aparición de sabores agrios, hinchazón del envase y color verdoso (Zhang et al. 2009). El olor químico puede deberse al uso de antimicrobianos como intervención para reducir el recuento bacteriano. En un estudio realizado por Walsh et al. (2018), se demostró que el nivel de ácido orgánico decae rápidamente y disminuirá si se deja transcurrir un período de espera suficiente antes de tomar muestras.

## Conclusiones

Un aumento del porcentaje de intervención antimicrobiana en los recortes de vacuno, provocó un aumento de la reducción de patógenos como la *E. coli* productora de toxina Shiga y la *Salmonella*, mejorando así, la seguridad microbiana de los productos cárnicos, que es ahora una preocupación creciente entre los consumidores de carne. Así mismo, los resultados de este estudio implican que los porcentajes de absorción del 1.5 % —aplicados a los cortes—, no parecen tener un gran impacto en el color y el olor de la carne molida. Por lo tanto, el aumento de los porcentajes de absorción se puede utilizar para los objetivos de seguridad alimentaria, sin tener que disminuir la calidad general o la vida útil de la carne.

## Referencias

- Alakomi, H-L, E. Skytta, Maria Saarela, Tiina Mattila-Sandholm, Kyösti Latva-Kala, and I. M. Helander. 2000. “Lactic Acid Permeabilizes Gram-Negative Bacteria by Disrupting the Outer Membrane”. *Applied and Environmental Microbiology* 66, no. 5. <https://doi.org/10.1128/aem.66.5.2001-2005.2000>.
- Belanger, Samantha Elizabeth. 2014. “Effects of Novel Antimicrobials on the Quality Characteristics of Ground Beef”. Master’s thesis. University of Georgia. <https://openscholar.uga.edu/record/20090?v=pdf>.
- Berruga, Isabel, Herminia Vergara, and L. Gallego. 2005. “Influence of Packaging Conditions on Microbial and Lipid Oxidation in Lamb Meat”. *Small Ruminant Research* 57, no. 2-3: 257–64. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.08.004>.
- Bogard, April , Candace C. Fuller, Vincent Radke, Carol A. Selman, and Kirk E. Smith. 2013. “Ground Beef Handling and Cooking Practices in Restaurants in Eight States”. *Journal of Food Protection* 76, no. 12: 2132–40. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-13-126>.
- Borch, Elisabeth, Marie-Louise Kant-Muermans, and Ylva Blixt. 1996. “Bacterial Spoilage of Meat and Cured Meat Products”. *International Journal of Food Microbiology* 33, no. 1: 103–20. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(96\)01135-x](https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01135-x).
- Castillo, Alejandro, Lisa M. Lucia, I. Mercado, and G. R. Acuff. 2001. “In-Plant Evaluation of a Lactic Acid Treatment for Reduction of Bacteria on Chilled Beef Carcasses”. *Journal of Food Protection* 64, no. 5: 738–40. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-64.5.738>.
- Cornforth, Daren P, and P. Jayasingh. 2004. “Chemical and Physical Characteristics of Meat/Color and Pigment”. *Encyclopedia of Meat Sciences* 1: 249-246. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00084-2>.
- Davenport, Caroline. 2016. “Peracetic Acid Effects on Shelf Life and Survival of Escherichia Coli on Beef Steaks”. Master’s thesis. Auburn University. <http://hdl.handle.net/10415/5036>.
- Eastwood, L. Clay, Ashley N. Arnold, Rhonda K. Miller, Kerri B. Gehring and Jeffrey W. Savell. 2018. “Impact of Multiple Antimicrobial Interventions on Ground Beef Quality”. *Meat and Muscle Biology* 2, no. 1. <https://doi.org/10.22175/mmb2017.07.0039>.

- Ellebracht, E. A., A. Castillo, L. M. Lucia, R. K. Miller, and G. R. Acuff. 1999. "Reduction of Pathogens Using Hot Water and Lactic Acid on Beef Trimmings". *Journal of Food Science* 64, no. 6: 1094–99. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb12289.x>.
- Food Safety and Inspection Service. 2016. "Ground Beef and Food Safety". <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/meat/ground-beef-and-food-safety>.
- Harris, K., Marcus F. Miller, G. H. Loneragan and Mindy M. Brashears. 2006. "Validation of the Use of Organic Acids and Acidified Sodium Chlorite to Reduce Escherichia Coli O157 and *Salmonella* Typhimurium in Beef Trim and Ground Beef in a Simulated Processing Environment". *Journal of Food Protection* 69, no. 8: 1802–7. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-69.8.1802>.
- Jimenez-Villarreal, J. R., F. W. Pohlman, Z. B. Johnson, A. H. Brown Jr and R. T. Baublits. 2003. "The Impact of Single Antimicrobial Intervention Treatment with Cetylpyridinium Chloride, Trisodium Phosphate, Chlorine Dioxide or Lactic Acid on Ground Beef Lipid, Instrumental Color and Sensory Characteristics". *Meat Science* 65, no. 3: 977–84. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(02\)00315-7](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00315-7).
- Kang, Dong-Hyun, Mohammad Koohmaraie and Gregory R Siragusa. 2001. "Application of Multiple Antimicrobial Interventions for Microbial Decontamination of Commercial Beef Trim". *Journal of Food Protection* 64, no. 2: 168–71. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.2.168>.
- Koohmaraie, M., T. M. Arthur, J. M. Bosilevac, M. Guerini, S. D. Shackelford, and T. L. Wheeler. 2005. "Post-Harvest Interventions to Reduce/Eliminate Pathogens in Beef". *Meat Science* 71, no. 1: 79–91. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2005.03.012>.
- Mancini, R. A, and M.C. Hunt. 2005. "Current Research in Meat Color". *Meat Science* 71, no. 1: 100–121. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>.
- Mancini, R. A., Melvin C. Hunt, Donald H. Kropf, K. A. Hachmeister, D. E. Johnson and John A. Fox. 2002. "Maximizing Desirable Ground Beef Color with Cold Storage and Display Temperatures". *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports* 0, n. 1. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.1776>.
- Pohlman, F. W., M. R. Stivarius, K. S. McElyea, Z. B. Johnson and M. G. Johnson. 2002. "The Effects of Ozone, Chlorine Dioxide, Cetylpyridinium Chloride and Trisodium Phosphate as Multiple Antimicrobial Interventions on Microbiological, Instrumental Color, and Sensory Color and Odor Characteristics of Ground Beef". *Meat Science* 61, no. 3: 307–13. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(01\)00198-x](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(01)00198-x).
- Pothakos, Vasileios, Frank Devlieghere, Francesco Villani, Johanna Björkroth and Danilo Ercolini. 2015. "Lactic Acid Bacteria and Their Controversial Role in Fresh Meat Spoilage". *Meat Science* 109: 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.014>.
- Quilo, S. A., F. W. Pohlman, P. N. Dias-Morse, A. H. Brown, P. G. Crandall, R. T. Baublits and J. L. Aparicio. 2009. "The Impact of Single Antimicrobial Intervention Treatment with Potassium Lactate, Sodium Metasilicate, Peroxyacetic Acid, and Acidified Sodium Chlorite on Non-Inoculated Ground Beef Lipid, Instrumental Color, and Sensory Characteristics". *Meat Science* 83, no. 3: 345–50. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.015>.

- Scanga, J. A., A. D. Grona, K. E. Belk, J. N. Sofos, G. R. Bellinger and G. C. Smith. 2000. "Microbiological Contamination of Raw Beef Trimmings and Ground Beef". *Meat Science* 56, n. 2: 145–52. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00032-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00032-2)
- Stiles, Michael E. and Lai Kong Ng. 1981. "Enterobacteriaceae Associated with Meats and Meat Handling". *Applied and Environmental Microbiology* 41, no. 4: 867–72. <https://doi.org/10.1128/aem.41.4.867-872.1981>
- Walsh, Richard J., Bruce White, Lauren Hunker, Oriana Leishman, John Hilgren, and Deborah Klein. 2018. "Peracetic Acid and Hydrogen Peroxide Post-Dip Decay Kinetics on Red Meat and Poultry". *Food Protect Trends* 38, no. 2: 96–103. <https://www.foodprotection.org/publications/food-protection-trends/archive/2018-03-peracetic-acid-and-hydrogen-peroxide-post-dip-decay-kinetics-on-red-meat-and-poultry/>
- Westhoff, Dennis and Faye Feldstein. 1976. "Bacteriological Analysis of Ground Beef". *Journal of Milk and Food Technology* 39, no. 6: 401–4. <https://doi.org/10.4315/0022-2747-39.6.401>
- Wheeler, T. L., N. Kalchayanand and J. M. Bosilevac. 2014. "Pre- and Post-Harvest Interventions to Reduce Pathogen Contamination in the U.S. Beef Industry". *Meat Science* 98, no. 3: 372–82. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2014.06.026>
- Wolf, M. J., M. F. Miller, A. R. Parks, G. H. Loneragan, Andrea J. Garmyn, L. D. Thompson, Alejandro Echeverry and M. M. Brashears. 2012. "Validation Comparing the Effectiveness of a Lactic Acid Dip with a Lactic Acid Spray for Reducing Escherichia Coli O157: H7, Salmonella, and Non-O157 Shiga Toxigenic Escherichia Coli on Beef Trim and Ground Beef". *Journal of Food Protection* 75, no. 11: 1968–73. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-12-038>
- Zhang, Huiyun, Baohua Kong, Youling L Xiong, and Xu Sun. 2009. "Antimicrobial Activities of Spice Extracts against Pathogenic and Spoilage Bacteria in Modified Atmosphere Packaged Fresh Pork and Vacuum Packaged Ham Slices Stored at 4 C". *Meat Science* 81, n.o 4: 686–92. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.11.011>



**ARTÍCULO ORIGINAL**

**Sistema IoT de distribución de agua hasta 30L/min  
usando GSM/GPRS**

**IoT System for Water Management Up to 30 L/min  
Using GSM/GPRS**

**Autores: Josseline Alvarenga y Josué Baca**

## Sistema IoT de distribución de agua hasta 30L/min usando GSM/GPRS

### IoT System for Water Management Up to 30 L/min Using GSM/GPRS

**Autor:** 1. Josseline Alvarenga (0009-0005-6279-5552)

2. Josué Baca (0009-0008-3453-3602)

**Sobre el autor:** 1. Maestrante en Ingeniería en Robótica y Automatización, Universidad de Calabria

2. Universidad Nacional Autónoma de Honduras

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 30-10-24

Aceptado/Accepted: 2-12-24

**Contacto de correspondencia:** : jossealvarenga@gmail.com

#### Resumen

**Introducción:** Este artículo presenta un sistema IoT para monitorear el flujo y volumen de agua en tiempo real. El sistema integra sensores YF-S201 para la medición del caudal, placas Arduino Uno para el procesamiento de datos, y módulos GSM SIM800L para la transmisión a la plataforma ThingsBoard. La infraestructura basada en IoT permite un monitoreo remoto eficiente, superando las limitaciones de distancia de tecnologías como Wi-Fi y Zigbee, y ofreciendo datos precisos y actualizados en todo momento. El objetivo principal de este estudio es desarrollar y evaluar un sistema IoT que garantice la transmisión confiable de datos de caudal y volumen de agua, logrando mediciones precisas mediante la calibración del sensor y el análisis estadístico del margen de error. **Metodología:** Se realizaron pruebas experimentales en un entorno al aire libre que replicó condiciones reales de uso, con especial atención a la calibración de los sensores y la estabilidad de la comunicación GSM. **Resultados:** Se mostró un margen de error promedio de 40 mL en las mediciones de caudal, suficiente para aplicaciones prácticas. Además, la transmisión de datos demostró estabilidad, con una latencia de 3 segundos, y la plataforma ThingsBoard facilitó una visualización clara y fácil de usar, mejorando la toma de decisiones en tiempo real. **Conclusiones:** Se discuten las limitaciones del sistema, como la dependencia de la calidad de la señal GSM, y propone soluciones futuras, como la integración de tecnologías de comunicación más avanzadas. Este trabajo sienta las bases para futuras aplicaciones en la gestión hídrica, destacando la flexibilidad y eficacia del sistema IoT propuesto como una herramienta prometedora para enfrentar los desafíos de la sostenibilidad hídrica en diversos contextos.

**Palabras clave:** recursos hídricos, tecnología medioambiental, simulación por computadora, internet de las cosas (IoT), redes de sensores inalámbricos (WSN)

## Abstract

**Introduction:** This article presents the development and evaluation of an IoT system for monitoring water flow and volume in real time. The system integrates YF-S201 sensors for flow measurement, Arduino Uno boards for data processing, and GSM SIM800L modules for data transmission to the ThingsBoard platform. The IoT-based infrastructure enables efficient remote monitoring, overcoming the distance limitations of technologies such as Wi-Fi and Zigbee, and providing accurate and up-to-date data at all times. The main objective of this study is to develop and evaluate an IoT system that ensures reliable data transmission of water flow and volume, achieving precise measurements through sensor calibration and statistical error analysis. **Methodology:** Experimental tests were conducted in an outdoor environment replicating real-world conditions, with special attention to sensor calibration and the stability of GSM communication. **Results:** An average error margin of 40 mL in flow measurements, which is sufficient for practical applications. Additionally, data transmission remained stable, with a latency of 3 seconds, and the ThingsBoard platform facilitated clear and user-friendly visualization, improving real-time decision-making. **Conclusions:** The limitations of the system are discussed, such as its dependence on GSM signal quality, and propose future solutions, including the integration of more advanced communication technologies. This work lays the groundwork for future applications in water management, highlighting the flexibility and effectiveness of the proposed IoT system as a promising tool to address the challenges of water sustainability in various contexts.

**Keywords:** Water Resources, Environmental Technology, Computer Simulation, Internet of Things (IoT), Wireless Sensor Networks (WSN)

## Introducción

“Internet of Things” (IoT) o “Internet de las Cosas” se está convirtiendo en una tecnología cada vez más utilizada en la actualidad y se refiere a cualquier dispositivo conectado a Internet. IoT representa un sistema de dispositivos informáticos interrelacionados, mecánicos y máquinas digitales, objetos, animales o personas que cuentan con un identificador único y la capacidad de transferir datos a través de una red sin requerir interacción de persona a persona o de persona a computadora (Hossain et al. 2019). La convergencia de IoT con los servicios en la nube ofrece una técnica novedosa para una mejor gestión de los datos que llegan y almacenan esta información de manera eficiente (Deekshath et al. 2018). IoT se aplica en diversas áreas, como la industria automotriz, la logística, la atención médica, las redes y las ciudades inteligentes (Chooruang y Meekul 2018).

De acuerdo con Bhuyar y Deshmukh (2018), un sistema completo de IoT integra cuatro componentes diferentes: dispositivos/sensores, conectividad, procesamiento de datos y plataforma de interfaz de usuario. Los sensores o dispositivos recopilan datos de su entorno. Dado que estos datos deben ser enviados a la nube, los sensores cumplen con esta función conectándose en la nube a través de varios métodos como Wi-Fi, Bluetooth y Zigbee.

En este sistema propuesto se utilizó el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM) para comunicarse con la nube. Una vez que los datos llegan a la nube, el software procesa la información. A continuación, la información es útil para el usuario final que utiliza la plataforma IoT. El sistema de IoT se estructura en cuatro partes distintas: sensores en la capa de detección, conectividad en la capa de red, procesamiento de datos en la nube y una interfaz de usuario que es una capa de aplicación.

La red de sensores inalámbricos (WSN) es un componente esencial de IoT (Manrique et al. 2016). Una WSN está compuesta por un gran número de nodos sensores con capacidad limitada de computación, almacenamiento y comunicación. Los ambientes, donde se despliegan los nodos sensores, pueden ser controlados (como el hogar, oficina, almacén, bosque, etc.) o no controlados (como áreas hostiles o de desastre, regiones tóxicas, entre otros). Las WSN, representan una de las áreas de investigación más prometedoras debido al extenso campo de aplicación y al desarrollo

de nuevas tecnologías de controladores electrónicos o electromecánicos, junto con los avances en la tecnología de comunicación inalámbrica (Valdez et al. 2017).

La hipótesis de este estudio plantea que el sistema IoT propuesto puede garantizar mediciones de caudal y volumen de agua con un margen de error menor a  $\pm 50$  mL, suficiente para aplicaciones prácticas como el monitoreo en tiempo real de recursos hídricos. Este margen se alinea con los límites de precisión especificados por el fabricante del sensor YF-S201 (3 a 10 %), y se valida mediante la calibración realizada.

El objetivo de este estudio es desarrollar y evaluar un sistema IoT que permita que cada nodo de la red se comunique a Internet mediante el módulo GSM SIM800L EVB, superando las limitaciones de distancia en la transmisión de datos que presentan tecnologías como ZigBee, Wi-Fi o Bluetooth. Este enfoque busca sentar las bases para aplicaciones futuras, como el riego automatizado y la gestión eficiente de recursos hídricos.

## Métodos

Una red de distribución de agua permite que el agua llegue desde el lugar de captación al punto de consumo cumpliendo con los parámetros establecidos por el usuario. Es común, que este tipo de sistemas utilicen una red de nodos inalámbricos para automatizar su control y permitir su monitoreo. Se establece en (Demetillo, et al. 2019) que la WSN es adecuada para monitorear las características físicas y químicas del agua en áreas remotas a un costo más bajo y reducir la necesidad de mano de obra. También se utiliza para el control de la calidad del agua, presentando muchas ventajas, como su portabilidad y la capacidad de adquisición y registro de datos casi en tiempo real.

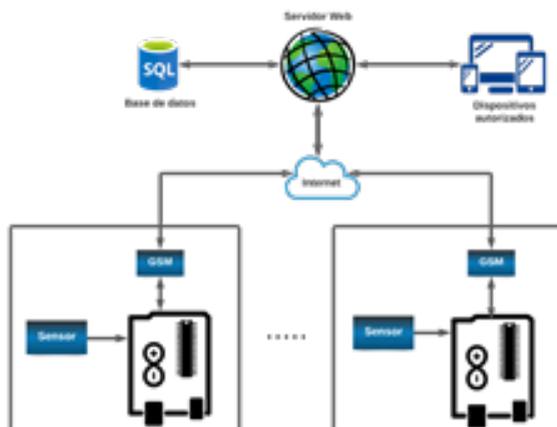
El presente estudio se desarrolló en la residencial El Molinón, ubicada en Tegucigalpa, Honduras (14.10609° N, -87.15747° W). Esta región se caracteriza por un clima tropical con temperaturas promedio de 24 °C y una humedad relativa de aproximadamente 75 %. Estas condiciones ambientales influyen en el rendimiento de los sensores y la estabilidad de las comunicaciones, elementos clave para la validación del sistema IoT propuesto.

Para este proyecto, se emplearon sensores en cada nodo de la red, siguiendo un enfoque común en la automatización de dispositivos electrónicos, como teléfonos inteligentes, automóviles, infraestructuras urbanas, y sistemas de domótica e industriales (Salvi, et al. 2017).

Las redes de sensores están compuestas por pequeños dispositivos equipados con capacidades sensitivas y de comunicación inalámbrica, diseñados para colaborar en tareas comunes (Fernández Martínez, et al. 2014).

La Figura 1 muestra un esquema del sistema propuesto. Este sistema recolecta información del caudalímetro para obtener el caudal y volumen. A continuación, cada nodo se conecta a Internet a través del módulo GSM/GPRS. Una vez que los datos se suben a Internet, el software procesa esta información. Luego, la información resulta útil para el usuario final que utiliza la plataforma IoT. Cualquier persona autorizada también puede realizar las mismas tareas visitando la página web.

Figura 1. Esquema de la red de nodos



Fuente: Alvarenga y Baca, 2021.

A continuación, se proporciona una descripción de las partes principales del sistema.

### A. Caudalímetro

Instrumento usado para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido o para la medición del gasto másico. Estos aparatos suelen colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido (Maruthi, et al. 2018).

Según mencionan Corona Ramírez, et al. (2014), la medición del flujo de líquidos o gases tiene un amplio campo en diversos procesos industriales, donde además juega un papel en extremo relevante, ya que la medición de flujos sirve como base para controlar el desarrollo del proceso de manera adecuada.

Para entender los principios de funcionamiento de los sensores de flujo, es necesario definir algunos conceptos básicos. Un flujo se define como la cantidad de sustancia que pasa por una sección determinada durante un instante dado. Por su parte, la unidad de medida utilizada en el sistema internacional para cuantificar el flujo es  $m^3/s$ . Una relación muy utilizada para medir el flujo de un gas o fluido es:

$$Q_V = vA \quad \text{Ec. 1}$$

donde:

$Q_V$  : flujo volumétrico ( $m^3/s$ )

$v$  : velocidad de la sustancia ( $m/s$ )

$A$  : área del conductor ( $m^2$ )

Además, con el caudal se puede medir el volumen de agua. La Ec. 1 se puede expresar como:

$$Q_V = \frac{m}{s} \cdot m^2 = \frac{V}{t}$$

donde:

$V$ : volumen ( $m^3$ )

$t$  : tiempo (s)

Puesto que el caudal es la variación del volumen con respecto al tiempo, se puede calcular el volumen como:

$$Q_V = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t} \quad \text{Ec. 2}$$

$$v = v_0 + Q_V \cdot \Delta v \quad \text{Ec. 3}$$

De esta forma, es posible conocer el consumo del agua.

### Calibración del pensor

En este proyecto, se utilizó el sensor YF-S201 de  $\frac{1}{2}$ . Según Lalnunthari y Thanga (2017), el sensor de flujo de efecto Hall YF-S201 es uno de los sensores de flujo más comunes, económicos, confiables y precisos que se utilizan en muchas aplicaciones para la medición del caudal de líquidos. Para calcular el flujo, es necesario el factor de conversión K, proporcionado por el fabricante. Teniendo K, se calcula la frecuencia de los pulsos del sensor y posteriormente, con K, se convierte de frecuencia a caudal.

$$Q = \frac{f}{K} \quad \text{Ec. 4}$$

donde:

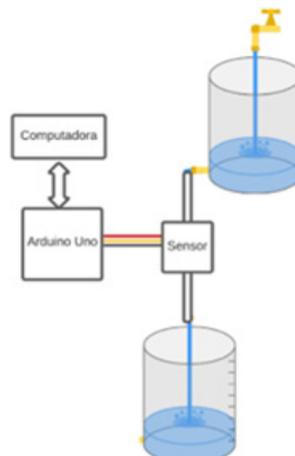
Q : flujo volumétrico (L/min)

f : frecuencia del caudal (Hz)

K : factor de conversión (Hz/(L/min))

De acuerdo con la información del fabricante, el YF-S201 está especificado para un K de alrededor de 7.5 a 8 con un nivel de precisión de 3 a 10 % de incertidumbre. Para tener mediciones más exactas, se calibró el sensor, ya que su exactitud depende de la relación lineal entre la frecuencia de pulso del sensor y el caudal. El montaje de calibración se muestra en la Figura 2.

**Figura 2.** Montaje de calibración



Fuente: Alvarenga y Baca, 2021.

Las variables que se midieron son: cantidad de pulsos (usando el Arduino) y volumen de agua (con ayuda de un recipiente con graduación). Con estos datos, se calculó K utilizando la siguiente ecuación:

$$K = \frac{n^{\circ}\text{pulsos}}{V \cdot 60} \quad \text{Ec. 5}$$

donde:

$n^{\circ}$ pulsos: pulsos contados con el Arduino durante un intervalo de tiempo t

V: volumen que alcanzó el fluido en el recipiente durante t

K: factor de conversión (Hz/(L/min))

Las unidades de K son dictadas por el escalar que multiplica al volumen, es decir

$$K = \begin{cases} \text{Hz/(L/min)}, & \text{escalar} = 60 \\ \text{Hz/(L/seg)}, & \text{escalar} = 1 \end{cases}$$

## B. Arduino Uno

La placa Arduino se desarrolló originalmente en el año 2005 en el Interaction Design Institute, de Ivrea Italia, como una plataforma de hardware de código abierto. Estudios sobre Arduino muestran su utilidad en las mediciones automatizadas, y ofrecen una guía para otros investigadores en el desarrollo de sensores de bajo costo, sistemas de monitoreo y automatización en diversos campos de aplicación (Valdéz et al. 2017).

El Arduino Uno está disponible como dispositivo de montaje en superficie (SMD) o como conector IC estándar (Bell 2013; Thwin 2018).

## C. Válvula solenoide/Electroválvula

Las válvulas solenoides ofrecen funciones de apertura o cierre total y no se pueden utilizar para la regulación del flujo de gas o fluido, solo para permitir o no su paso. Tanto el caudalímetro como la válvula solenoide, se utilizaron para un total monitoreo y control del sistema de distribución de agua (Maruthi, et al. 2018).

## D. Módulo GSM SIM800L EVB

GSM son las siglas de Global System for Mobile Communications. Fue desarrollado por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones. SIM800L es un módulo celular en miniatura. Permite enviar y recibir SMS y realizar y recibir llamadas. La característica clave de GSM Sim800L es que ocupa poco espacio a bajo costo (Kanani y Padole 2020; Agrawal y Qadeer 2018).

## E. Relé

Se utilizó un relé de un canal que funciona con 5V. El circuito se empleó para controlar una electroválvula de 120 V durante las pruebas realizadas. El pin de entrada "INP" recibe lógica alta con un pulsador o haciendo la alimentación manual, como se realizó en las pruebas con el caudalímetro. Al alimentar INP con 5V, el común está conectado a NO, lo que enciende la electroválvula mientras el relé permanece activado. Los pines "VCC" y "GND" del relé están conectados a una fuente de 5V y a tierra, respectivamente (Agrawal y Singhal 2015).

## Arquitectura IoT

### A. Servidor web

Se establece en Hossain et al. (2019) que, un servidor web es un dispositivo conectado a Internet que almacena y entrega archivos. Los clientes pueden solicitar datos específicos, y el servidor los envía utilizando los protocolos como HTTP, MQTT, etc. Para IoT, es preferible el protocolo MQTT.

Figura 3. Esquema del protocolo MQTT



Fuente: Alvarenga y Baca, 2021.

El protocolo MQTT representa un protocolo de mensajería ideal para las comunicaciones IoT y comunicación máquina a máquina (M2M). Es capaz de proveer direccionamiento en redes vulnerables y de bajo ancho de banda para dispositivos pequeños, de baja energía, y de poca memoria (Ramírez y Pedraza 2017).

### B. Plataforma IoT ThingsBoard

Según Adityawarman et al. (2019), varias plataformas de IoT están disponibles para su uso con servicios en la nube existentes. La plataforma IoT de código abierto ThingsBoard fue elegida para esta solución debido a su disponibilidad, tanto para implementaciones en la nube como locales. Está lista para su uso en producción dentro de redes privadas o públicas. Los nodos del servidor pueden implementarse como un servidor independiente o en modo de clúster con un equilibrador de carga si se necesitan más recursos. Además, ThingsBoard utiliza la base de datos PostgreSQL de forma predeterminada.

Esta plataforma proporciona un servidor IoT listo para producción, que incluye un administrador de base de datos, un intermediario MQTT, un servidor web y herramientas para la visualización del panel de control. Para simplificar el proceso, se implementó un servidor Live Demo de un solo nodo. Un administrador de inquilinos puede aprovisionar nuevos dispositivos, agregar clientes y crear paneles (Bhuyar y Deshmukh 2018).

En ThingsBoard se enviaron las variables relevantes con sus valores respectivos. Para ello, se creó un dispositivo por nodo, que genera un token único, necesario para la transmisión de datos.

### Algoritmo

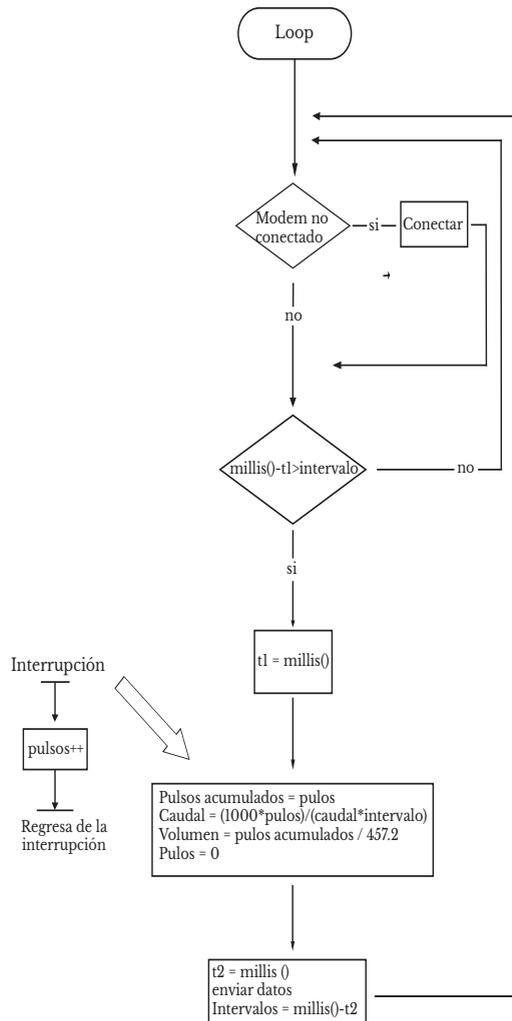
Se enviaron a ThingsBoard las variables de interés con sus valores respectivos para monitorearlas y visualizarlas en tiempo real.

La secuencia de las tareas del algoritmo desarrollado es la siguiente:

- Se verifica la conexión GSM.
- Se establece un intervalo de tiempo para calcular los valores de las variables de interés (caudal y volumen) mediante el conteo de pulsos durante dicho intervalo.
- Se cuentan los pulsos a través de la función de interrupción, que se activa al detectar un valor creciente en la entrada digital.
- Se envían las variables de interés y se calcula el tiempo empleado en dicho envío para utilizarlo como un nuevo intervalo.

En la Figura 4 se presenta el diagrama de flujo correspondiente al algoritmo descrito.

**Figura 4.** Diagrama de flujo



Fuente: Alvarenga y Baca, 2021.

## Análisis Estadístico

Para medir correctamente el caudal, se calibró el caudalímetro utilizando la Ec. 5. Los datos se recopilaron contando los pulsos generados por el sensor y midiendo el volumen de agua con un recipiente graduado. Posteriormente, se aplicó la Ec. 5 para calcular el factor de conversión.

Para el análisis de datos, se asumió que estos siguen una distribución normal. Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar esta suposición. Posteriormente, el valor de K se utilizó para medir el caudal en una tubería de media pulgada y para estimar el volumen total de agua circulada.

El volumen se calculó de dos maneras:

1. Usando la Ec. 3 (dependiente de tiempo)
2. Usando la Ec. 5 (despejada para el volumen)

## Ejemplo

Se supone que por la tubería circula un caudal de 6L/min durante 10 segundos, seguido de 24L/min durante otros 10 segundos y finalmente 12L/min durante otros 10 segundos más.

Finalizado este tiempo, el flujo se detiene bruscamente.

Basados en la ecuación 3, el cálculo del volumen es:

$$\text{Volumen} = Q_V \cdot \Delta t$$

$$\text{Volumen} = Q_1 \cdot \Delta t_1 + Q_2 \cdot \Delta t_2 + Q_3 \cdot \Delta t_3$$

$$\text{Volumen} = [(6\text{L}/\text{min}) \cdot 10\text{s} + (24\text{L}/\text{min}) \cdot 10\text{s} + (12\text{L}/\text{min}) \cdot 10\text{s}] \cdot \frac{1\text{min}}{60\text{s}}$$

$$\text{Volumen} = [(6) + (24) + (12)] \frac{1\text{L}}{6} = 7\text{L}$$

La segunda manera consiste en usar la cantidad de pulsos acumulados por litros. En la hoja de datos del fabricante del sensor se incluye el factor de pulsos por litros igual a 450, que está relacionado con el valor de K establecido (7.5). Sin embargo, el valor de equivalencia de pulsos por litros se puede calcular utilizando el factor K obtenido a partir de la Ec 5.

## Resultados

### Calibración del caudalímetro

Tabla 1. Mediciones de pulsos

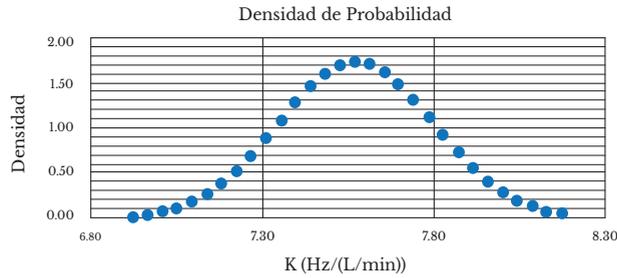
n	Litros	Pulsos	K
1	1	458	7.633
2	1	457	7.617
3	1	431	7.183
4	2	897	7.475
5	2	902	7.517
6	2	885	7.375
7	4	1 826	7.608
8	4	1 847	7.696
9	4	1 885	7.854
10	6	2 831	7.864
11	6	2 857	7.936
12	6	2 784	7.733
Media ( $K_{\text{promedio}}$ )			7.624
Desviación estándar ( $\sigma$ )			0.216

Fuente: Alvarenga y Baca, 2021.

Para este caso se obtuvieron los siguientes valores de pulsos según con los litros vertidos correspondientes:

K se obtuvo mediante la ecuación 5. Analizando los valores de K para las 12 mediciones experimentales encontramos un  $K_{\text{promedio}} = 7.62425$  y una desviación estándar de 0.21646462.

El valor de  $K_{\text{promedio}}$  y su desviación estándar se calcularon utilizando las fórmulas correspondientes. Para evaluar la normalidad de los datos, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, obteniendo un valor  $W = 0.844872 > 0.05$ , lo que indica que no se rechaza la hipótesis de normalidad con un nivel de confianza del 95 %. La Figura 5 muestra la función de densidad de probabilidad del factor K.

**Figura 5.** Función de densidad de probabilidad

Fuente: Alvarenga y Baca, 2021.

Se procedió a calcular la tolerancia del factor K mediante el error sistemático y la dispersión de los datos (2 desviaciones estándar). Los resultados se resumen en la Tabla 1, tomando el valor del fabricante como  $K_{ref} = 7.5$ .

$$\text{Error sistemático} = K_{promedio} - K_{ref}$$

$$\text{Error sistemático} = 7.624 - 7.5 = 0.124$$

$$2\sigma = 0.433$$

$$\text{Tolerancia} = |\text{Error sistemático}| + 2\sigma = \pm 0.557$$

Decidimos que el valor de K a utilizar es 7.62, con un factor de pulsos por litros de 457.2. Por lo tanto, cada 457 pulsos se considera que ha pasado un litro de agua.

La calibración se realizó para minimizar el error en la medición del caudal y de volumen. Con  $K_{promedio} = 7.62$ , se obtuvo una diferencia promedio en las lecturas del sensor de 40 mL, como se muestra en la Tabla 2.

**Figura 2.** Diferencias de volumen

n	Vteórico (L)	VTB (L)	Diferencia (L)
1	2.06	2.13	0.07
2	3.64	3.60	0.04
3	2.63	2.67	0.04
4	2.63	2.68	0.05
5	4.03	3.99	0.04
6	3.28	3.23	0.05
7	2.64	2.63	0.01
8	3.77	3.72	0.05
9	2.46	2.40	0.06
10	3.67	3.63	0.04
11	1.88	1.94	0.06
12	3.3	3.28	0.02
<b>Promedio</b>			<b>0.04</b>

**Nota:** Vteórico: valor medido directamente con el recipiente graduado.

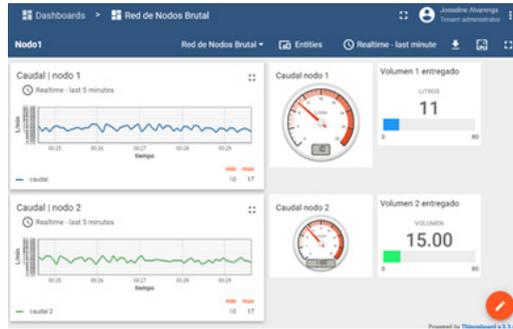
VTB: valor enviado a ThingsBoard después de ser enviado por el Arduino.

Fuente: Alvarenga y Baca, 2021.

### Envío de datos a plataforma IoT

Luego de calibrar el caudalímetro, se verificó la medición confiable de caudal y volumen. Varias plataformas IoT fueron probadas, y ThingsBoard se seleccionó por su facilidad de uso y flexibilidad. A continuación, la Figura 6 muestra los datos enviados en un ejercicio de prueba.

Figura 6. Monitoreo de datos en ThingsBoard



Fuente: Alvarenga y Baca, 2021.

## Discusión

Los resultados obtenidos en la calibración del caudalímetro YF-S201, junto con la prueba de Shapiro-Wilk ( $W = 0.844 > 0.05$ ), confirmaron que los datos del factor K siguen una distribución normal con un nivel de confianza del 95 %. El valor promedio calculado para K fue de 7.624, con una desviación estándar de 0.216, lo que refleja una baja dispersión en los datos obtenidos. Esto valida la metodología empleada para el tratamiento estadístico de los datos y garantiza la precisión del sistema en las mediciones de caudal y volumen. Además, la distribución normal observada refuerza la fiabilidad del factor K, permitiendo su aplicación en condiciones prácticas.

El error promedio en las mediciones de volumen fue de  $\pm 40$  mL, lo que se encuentra dentro del rango aceptable y respalda la hipótesis de que el sistema puede proporcionar mediciones precisas para aplicaciones prácticas. Este margen de error es comparable con investigaciones previas en sistemas similares, donde se han reportado errores de magnitudes similares al utilizar sensores de flujo económicos como el YF-S201.

En cuanto a la transmisión de datos mediante el módulo GSM SIM800L, se observó una latencia promedio de 3 segundos, lo que demuestra la viabilidad de esta tecnología para monitoreo en tiempo real en redes de sensores inalámbricos (WSN). No obstante, se identificaron desafíos relacionados con la alimentación del módulo GSM y la compatibilidad con ciertas redes móviles, lo que indica la necesidad de mejorar la infraestructura para garantizar un funcionamiento estable en diversas condiciones.

Estos resultados coinciden con hallazgos reportados por otros estudios, realizados por Lalnunthari y Thanga (2017), que destacan las limitaciones y fortalezas del uso de módulos GSM y sensores económicos en aplicaciones IoT. Además, se confirma la importancia de integrar tecnologías IoT en sistemas de monitoreo ambiental para mejorar la sostenibilidad y optimización de recursos hídricos.

Por ejemplo, Samudrala et al. (2022) destacaron la efectividad de un sistema similar para monitorear el flujo de agua y detectar robos en redes hídricas, demostrando una aplicación viable de tecnologías IoT en la prevención de pérdidas. Asimismo, Boudville et al. (2023) desarrollaron un sistema de detección de fugas en tuberías domésticas, lo que subraya la versatilidad de los sensores IoT para diversas escalas de aplicación.

El sistema propuesto también se alinea con los hallazgos de Putri et al. (2024), quienes diseñaron un sistema de monitoreo para represas, demostrando la utilidad de estas soluciones en la mitigación de desastres como inundaciones. Estos estudios refuerzan la idea de que la tecnología IoT ofrece soluciones escalables y flexibles para abordar problemas complejos relacionados con la gestión hídrica.

### Control y monitoreo de distribución de agua.

Para una comunidad usando Arduino y otros dispositivos IoT, Natividad y Palaoag (2019) desarrollaron un sistema de distribución de agua de bajo costo; transmiten los datos a un servidor con Raspberry Pi 3 mediante un módulo GSM y lo controlan con una válvula motorizada en función de la presión en las tuberías.

### Sistema de riego por goteo inteligente.

De acuerdo a Agrawal y Singhal (2015), este sistema permite un uso eficiente del agua y fertilizante. El agua que gotea lentamente va a las raíces de las plantas a través de tubos estrechos y válvulas.

### Sistema de iluminación inteligente.

Según Siregar y Soegiarto (2014), el sistema de iluminación usando energía solar ha sido ampliamente utilizado en el sector público. Investigaciones recientes muestran que hubo varios métodos para monitorear este sistema de iluminación. Por ejemplo, usando Zig Bee, Wi-Fi y Bluetooth. La mayor parte de esta tecnología inalámbrica solo se puede monitorear con una distancia entre 10 m - 100 m. Se presenta como solución reemplazar las líneas de comunicación para monitorear la lámpara con otros medios de comunicación como: comunicaciones por radiofrecuencia, sistema de comunicación GSM y sistema de comunicación GPRS.

### Monitoreo del clima y la calidad del aire.

Los parámetros de calidad del aire que deben medirse son dióxido de azufre, nitrógeno óxidos y dióxido de nitrógeno, ozono, monóxido de carbono y composición química en el agua. Kusuma et al. (2019) utilizaron Arduino para controlar la temperatura, la humedad, la intensidad de la luz y el humo. Además, se presentan la comunicación inalámbrica como GSM, Wi-Fi y satélite en el sistema como herramientas para enviar datos a un servidor remoto.

## Conclusiones

El sistema IoT propuesto cumplió con el objetivo principal de monitorear en tiempo real el caudal y volumen de agua que atraviesa una tubería de  $\frac{1}{2}$  pulgada. Las mediciones obtenidas presentan un margen de error de  $\pm 40$  mL, validando la hipótesis inicial de la investigación. Este margen es adecuado para aplicaciones prácticas y supera las limitaciones de tecnologías convencionales, como ZigBee, Wi-Fi o Bluetooth.

Además, el sistema demostró ser escalable, lo que abre la posibilidad de incluir múltiples nodos en una red para aplicaciones más grandes, como el riego automatizado y la gestión eficiente de recursos hídricos. Las pruebas realizadas destacan la viabilidad del uso de Arduino Uno y el módulo GSM SIM800L en redes de sensores inalámbricos.

## Recomendaciones

Se recomienda considerar los siguientes aspectos para futuras implementaciones:

- Garantizar un plan de datos adecuado y configurar correctamente las credenciales de red móvil.
- Seleccionar fuentes de alimentación independientes para evitar problemas de conexión en módulos GSM.

- Explorar el uso de tecnologías de comunicación más avanzadas para mejorar el rendimiento general del sistema.

En síntesis, este trabajo establece una base sólida para futuras aplicaciones en la gestión sostenible del agua, proporcionando una solución económica y eficiente que puede ser adaptada a diversos contextos.

## Agradecimientos

Este trabajo no habría sido posible sin el valioso apoyo y guía del MSc. Daniel Flores, su experiencia en diseño y prototipado, así como su enfoque en la investigación científica en ingeniería, fueron fundamentales para el desarrollo y la validación de esta investigación. Agradecemos profundamente su orientación y dedicación en este proyecto.

## Referencias

- Hossain, M. S., M. Rahman, M. T. Sarker, M. E. Haque, and A. Jahid. 2019. "A Smart IoT Based System for Monitoring and Controlling the Sub-Station Equipment". *Internet of Things 7: 100085*. doi:10.1016/j.iot.2019.100085.
- Deekshath, R., P. Dharanya, K. R. Dimpil Kabadia, G. Deepak Dinakaran, and S. Shanthini. 2018. "IoT Based Environmental Monitoring System Using Arduino UNO and Thingspeak". *IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering 4*, no. 9: 68-75. ISSN 2349-784X.
- Chooruang, K., y K. Meekul. 2018. "Design of an IoT Energy Monitoring System". 2018 Sixteenth International Conference on ICT and Knowledge Engineering, 1-4. doi:10.1109/ICTKE.2018.8612412.
- Bhuyar, D. L., y N. S. Deshmukh. 2018. "A Smart Solar Photovoltaic Remote Monitoring and Control System". *Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS 2018)*, 67-71. doi:10.1109/ICCONS.2018.8663127.
- Manrique, J. A., J. S. Rueda-Rueda, y J. M. Portocarrero. 2016. "Contrasting Internet of Things and Wireless Sensor Networks: A Survey". *IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom)*, 252-257. doi:10.1109/iThings-GreenCom-CPSCoM-SmartData.2016.66.
- Valdéz, J., D. Pandolfi, y A. Villagra. 2017. "Redes de sensores inteligentes para monitoreo de datos remotos". En *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 919-923.
- Demetillo, A. T., M. V. Japitana, and E. B. Taboada. 2019. "A System for Monitoring Water Quality in a Large Aquatic Area Using Wireless Sensor Networks and LoRa Technology". *Sustainable Environment Research 29*, no. 1: 1-9. doi:10.1186/s42834-019-0009-4.
- Salvi, S., J. S. Pramod, H. Sanjay, T. Harshita, M. Farhana, J. Naveen, and M. Suhas. 2017. "Cloud Based Data Analysis and Monitoring of Smart Multi-Level Irrigation System Using IoT". *IEEE: 752-757*.
- Fernández Martínez, R., J. Ordieres Meré, F. J. Martínez de Pisón Ascacibar, A. González Marcos, F. Alba Elías, R. Lostado Lorza, y A. V. Pernía Espinoza. 2014. "Redes

inalámbricas de sensores: Teoría y aplicación práctica”. *Material Didáctico Ingenierías*, núm. 26. ISBN 978-84-692-3007-7.

- Maruthi, H. V., P. Lakshmi, A. R. Lavanya, y M. Meda. 2018. “An IoT-Based Water Supply Monitoring and Controlling System”. *International Journal of Advanced Research in Computer Science* 9, no. 3 : 202-206. ISSN 0976-5697.
- Corona Ramíres, L. G., G. S. Abarca Jiménez, y J. Mares Carreño. 2014. “Sensores y actuadores”. *Azcapotzalco*, México D. F.: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.
- Lalnunthari, J., y H. H. Thanga. 2017. “Dependence of Hall Effect Flow Sensor Frequency on the Attached Inlet and Outlet Pipe Size”. *IEEE International Conference on Consumer Electronics-Asia (ICCE-Asia)*, 56-60. doi:10.1109/ICCE-ASIA.2017.8307842.
- Bell, C. 2013. *Beginning Sensor Networks with Arduino and Raspberry Pi*. Nueva York: Apress.
- Thwin, M. M. 2018. “IoT (Internet of Things) Based Water Supply”. *International Journal of Scientific & Engineering Research* 9, no. 12: 546-550. ISSN 2229-5518.
- Kanani, P., and M. Padole. 2020. “Real-Time Location Tracker for Critical Health Patients Using Arduino, GPS Neo6m, and GSM Sim800L”. *International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, 242-249.
- Agrawal, T., and M. A. Qadeer. 2018. “Tracing Path with Arduino Uno Using GPS and GPRS/GSM”. *International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON)*, 1203-1208.
- Agrawal, N., and S. Singhal. 2015. “Smart Drip Irrigation System Using Raspberry Pi and Arduino”. *International Conference on Computing, Communication & Automation*, 928-932.
- Ramirez, J., and C. Pedraza. “Performance Analysis of Communication Protocols. 2017”. 2017 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM), 1-7. doi:10.1109/ColComCon.2017.8088198.
- Adityawarman, Y., J. S. Matondang, and R. Arifandri. 2019. “Open Source Environmental Sensor Integrated Platform Solution Based on APRS and MQTT”. *IEEE Asia-Pacific Conference on Geoscience, Electronics and Remote Sensing Technology (AGERS)*, 62-66. doi:10.1109/AGERS48446.2019.9034423.
- Samudrala, Varakumari, Ajay Reddy Yeruva, Jayapal N, T. Vijayakumar, M. Rajkumar, and Shaik Razia. 2022. “Smart Water Flow Monitoring and Theft Detection System Using IoT”. *Proceedings of the International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS 2022)*, IEEE, doi:10.1109/ICACRS55517.2022.10029129.
- Boudville, Rozan, Khairul Azman Ahmad, Muhamad Haikal Hakimi, Saiful Zaimy Yahaya, Muhammad Zaim Bin Kamal Abdul, and Nurul Izza Husin. 2023. “IoT Based Domestic Water Piping Leakage Monitoring and Detection System”. *IEEE 13th International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSC)*, doi:10.1109/ICCSC58721.2023.10237150.
- Putri, Bellia Dwi Cahya, Adnan Fauzi, Adian Fatchur Rochim, Muhamad Yahya Oktariansyah, M. Irmawan, Erwin Adriono, and Fairuzsyah Naufal Fikri. 2024. “Designing a Water Condition Monitoring System in a Dam as a Preventive Measure for Flood Disaster Based on IoT”. *11th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, IEEE, doi:10.1109/ICITACEE62763.2024.10762787.

- Natividad, J. G., y T. D. Palaoag. 2019. "IoT Based Model for Monitoring and Controlling Water Distribution". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 482, no. 1: 012045. doi:10.1088/1757-899X/482/1/012045.
- Siregar, S., and D. Soegiarto. 2014. "Solar Panel and Battery Street Light". *2nd International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, 272-275. doi:10.1109/ICoICT.2014.6914078.
- Kusuma, H. A., R. Anjasmara, T. Suhendra, H. Yuniyanto, y S. Nugraha. 2019. "An IoT Based Coastal Weather and Air Quality Monitoring Using LoRa Technology"-*International Conference on Science & Technology (ICoST 2019)* 1501, no. 1. doi:10.1088/1742-6596/1501/1/012004.



## ARTÍCULO ORIGINAL

**Digestibilidad en camarón blanco (*Pennaeus vannamei*) alimentado con piensos con altos niveles de proteína vegetal ecológica**

**Digestibility in white shrimp (*Pennaeus vannamei*) fed with high organic vegetable protein diets**

**Autores: Yesi Melendez Reyna, Esteffany Grandez Yoplac, Yosú Candela Maldonado, Ana Tomás Vidal y Miguel Jover Cerdá**

## Digestibilidad en camarón blanco (*Pennaeus vannamei*) alimentado con piensos con altos niveles de proteína vegetal ecológica

### Digestibility in white shrimp (*Pennaeus vannamei*) fed with high organic vegetable protein diets

**Autor:** 1. Yesi Melendez Reyna (ORCID: 0009-0005-8095-3032)  
2. Esteffany Grandez Yoplac (ORCID: 0000-0002-6060-4557)  
3. Yosu Candela Maldonado (ORCID: 0009-0005-4219-248X)  
4. Ana Tomás Vidal (ORCID: 0000-0002-2985-9324)  
5. Miguel Jover Cerdá (ORCID: 0000-0001-904 9-0573)

**Sobre el autor:** 1-5 Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ciencia Animal, Valencia, España

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 30-10-24  
Aceptado/Accepted: 2-12-24

**Contacto de correspondencia:** yymelrey@upv.edu.es

#### Resumen

**Introducción:** El uso de ingredientes ecológicos vegetales en la formulación de dietas para la producción de camarones en sistemas de recirculación es una temática pionera en el sector acuícola, el cual plantea una alternativa más sostenible desde la perspectiva tanto de uso del territorio como de los recursos hídricos y una menor demanda de harina de pescado. El objetivo principal es evaluar la digestibilidad de tres piensos extrusionados con diferentes niveles de harina de pescado e ingredientes ecológicos vegetales. **Metodología:** Se formularon tres dietas experimentales: HP10 (con un 10 % de harina de pescado, pienso considerado como control, puesto que es el nivel actual de los piensos comerciales para esta especie), HP7,5 (con un 7,5 %) y HP5 (con un 5 %), sustituyendo así, la harina de pescado por ingredientes ecológicos vegetales en un 25 % (HP7,5) y un 50 % (HP5). El bioensayo se realizó con tres réplicas para cada dieta a modo de triángulo latino, y tuvo una duración de 90 días. **Resultados:** La digestibilidad de la materia seca fue entre 75,5 – 78,6 %, la de la proteína entre 91,0 – 92,9 % (aminoácidos entre 89 – 97 %), y la de la grasa entre 83,55 – 87,83 %, no presentando en ningún caso diferencias significativas entre piensos. **Conclusiones:** Esta investigación destaca la capacidad de los camarones de digerir altos niveles de ingredientes ecológicos vegetales, siendo la digestibilidad de los piensos con hasta un 50 % de sustitución de la harina de pescado similar a la de los otros dos tratamientos.

**Palabras clave:** acuicultura, digestibilidad, piensos orgánicos, *Pennaeus vannamei*

## Abstract

**Introduction:** The use of organic vegetable ingredients in the formulation of diets for shrimp production in recirculation systems is a pioneering topic in the aquaculture sector, which presents a more sustainable alternative from both the perspective of land use and water resources, as well as a lower demand for fishmeal. The main objective is to evaluate the digestibility of three extruded feeds with different levels of fish meal and organic vegetable ingredients. **Methodology:** Three experimental diets were formulated: HP10 (with 10 % fish meal, considered as the control diet since it is the current level of commercial feeds for this species), HP7.5 (with 7.5 %), and HP5 (with 5 %), thus replacing fish meal with organic plant ingredients by 25 % (HP7.5) and 50 % (HP5). The bioassay was conducted with three replicates for each diet in a Latin square design, and it lasted 90 days. **Results:** The digestibility of dry matter ranged from 75.5 % to 78.6 %, that of protein from 91.0 % to 92.9 % (amino acids from 89 % to 97 %), and that of fat from 83.55 % to 87.83 %, with no significant differences between feeds in any case. **Conclusions:** This research highlights the ability of shrimp to digest high levels of organic plant ingredients, with the digestibility of feeds containing up to 50 % fishmeal replacement being similar to that of the other two treatments.

**Keywords:** Aquaculture, digestibility, organic feed, *Pennaeus vannamei*

## Introducción

La acuicultura es el sector de más rápido crecimiento en la producción mundial de alimentos, con una tasa de crecimiento anual del 7,5 % desde la década de 1990, debido principalmente a la disminución de la pesca de captura (Tran et al. 2024). El langostino blanco (*Penaeus vannamei*) emerge como una de las especies clave en la acuicultura, representando más del 50 % de la producción mundial (Zheng et al. 2024; Lightner et al. 2012), alcanzando un récord de 5.8 millones de toneladas en 2020, lo que representa el 51,7 % de la producción total de crustáceos acuáticos (Huang et al. 2024). Esto pone de relieve la posición dominante del langostino blanco como la especie acuícola más grande dentro de la categoría de crustáceos (Kumar et al. 2021). Este volumen de producción está dado principalmente por el aumento de las densidades de población en los estanques, lo que optimiza la producción por área (Ekasari et al. 2021).

Este aumento del consumo mundial de langostino blanco se ha visto impulsado por el crecimiento económico y la expansión de la producción acuícola. Debido a este auge y teniendo en cuenta los problemas actuales de la acuicultura por la necesidad de proteína animal para alimentar a las especies carnívoras, es necesario buscar ingredientes proteicos alternativos a las harinas de pescado (HP).

Actualmente estamos viviendo un cambio donde la concienciación medioambiental, así como la calidad e inocuidad de los productos que consumimos, ha pasado a ser un tema recurrente en muchos de los hogares en países desarrollados. Al consumidor cada vez le preocupan más las posibles consecuencias ambientales de sus acciones, así como el alimentarse de una manera más natural (López Belluga 2013). Ante este escenario, cuestiones como el bienestar animal, la trazabilidad o la certificación ecológica adquieren más valor.

Por lo tanto, en el contexto actual de la acuicultura, la búsqueda de prácticas sostenibles y eficientes para la producción de especies marinas es primordial (Tefal et al. 2023). El interés por los alimentos con características y certificaciones ecológicas ha crecido en las últimas décadas por parte de los consumidores de los países industrializados. Así, la acuicultura ecológica incorpora prácticas ambientales óptimas que promueven una amplia biodiversidad y conserva los recursos naturales (Ahmed et al. 2020).

Para ser considerado producción ecológica certificada, el alimento debe producirse a partir de subproductos de otras especies de acuicultura y ganadería ecológica, producción vegetal ecológica, harina y aceite de pescado procedente de pesquerías certificadas, según Reglamento UE 1380/2013. Además, no está permitido utilizar factores de crecimiento ni aminoácidos sintéticos, lo que limita mucho a la hora de su formulación si se quieren cubrir las necesidades de ciertos nutrientes esenciales para los peces. El resto de las materias primas, así como aditivos y coadyuvantes, solo se pueden utilizar si han sido autorizados para su uso en la producción ecológica. Todas estas normativas se encuentran reflejadas en el Reglamento de la Unión Europea (UE) 2018/848 (Diario Oficial De La Unión Europea 2018).

Los métodos de producción usados en la acuicultura ecológica son muy similares a los convencionales, incluidos sistemas de recirculación (RAS), corrales, jaulas, canales y tanques (Xie et al. 2013; Mente et al. 2012; Cottee y Petersan 2009). El uso del sistema RAS proporciona condiciones óptimas para la producción ecológica, en términos de bienestar animal y bioseguridad (Meisch y Stark 2019; Suhl et al. 2016; Kloas et al. 2015).

El contenido de proteína en la dieta del langostino blanco oscila entre 250 y 330 g/kg de proteína bruta (Ayisi et al. 2017), siendo hasta hace muy poco la HP su principal fuente de proteína (Suárez et al. 2009), aunque siguiendo el modelo de sostenibilidad ya comentado de la acuicultura actual, uno de los principales objetivos de la producción acuícola es reducir el uso de esta materia prima, de ahí el empeño en buscar fuentes alternativas, que deben de cumplir una serie de requisitos: elevado contenido proteico, un perfil de aminoácidos (AA) adecuado, así como un suministro seguro y costes asequibles (Sánchez-Muros et al. 2020).

En la acuicultura convencional, estudios previos han evaluado la sustitución de la HP con diversos productos y subproductos tanto vegetales como animales, con diferentes grados de éxito, y en general han demostrado ser una alternativa rentable y sostenible a los piensos tradicionales a base de harina de pescado (Leduc et al. 2018). Sin embargo, reemplazar los piensos con proteínas vegetales no siempre es la mejor alternativa, ya que puede reducir la palatabilidad del alimento y, por lo tanto, la ingesta y el crecimiento de los peces por posibles deficiencias nutricionales, además del hecho de que las plantas contienen compuestos antinutritivos endógenos y carbohidratos complejos que podrían afectar la digestibilidad de los nutrientes y, por tanto, afectar negativamente el rendimiento nutricional (Aksnes et al. 2006).

La sustitución de la HP por otras fuentes proteicas es un importante campo de investigación en el cultivo del camarón en particular, y en la acuicultura en general, que ha permitido reducir la inclusión de harina de pescado en la dieta del camarón (Sánchez-Muros et al. 2020). En el caso concreto del camarón blanco, se han estudiado diferentes fuentes proteicas vegetales como sustitutas de la HP, como es la harina de soja (Hulefeld et al. 2018; Scopel et al. 2011; Lim & Dominy 1990); canola (Suárez et al. 2009); altramuza, arroz, caupí, mijo y gluten de maíz, concentrados de quinoa, hojas de papaya y harina de batata sin efectos negativos sobre los parámetros productivos, y se ha llegado a sustituciones de hasta el 37,42 %, incluso el 61,67 % utilizando soja fermentada (Shiu et al. 2015).

Para solucionar el desequilibrio de aminoácidos, la proteína vegetal se ha complementado con proteína animal. Amaya et al. (2007) y Molina et al. (2013) mencionan que la HP se puede eliminar por completo de la formulación utilizando fuentes alternativas de proteína vegetal en combinación con harina de subproductos avícolas sin comprometer negativamente el rendimiento de producción y los retornos económicos de *L. vannamei* en sistemas de estanques de producción de camarones semi-intensivos.

Las fuentes animales tienen mejores características nutritivas que las fuentes vegetales: mejor digestibilidad, ausencia de factores antinutricionales y mayor proteína bruta, aunque no siempre las sustituciones altas de HP han funcionado bien. Cheng et al. (2002) comprobaron que un reemplazo de más del 66 % de la HP por subproductos avícolas empeoraba el crecimiento, debido principalmente por su menor contenido en aminoácidos esenciales. Sin embargo, cuando probaron a sustituir la HP por una mezcla de subproductos avícolas con concentrado de soja, pudieron llegar a un 80 % de sustitución sin diferencias en el crecimiento (Allen y Arnold, 2000).

Los subproductos animales pueden ser deficientes o excesivos en un aminoácido esencial o más y el perfil de ácidos grasos difiere de las fuentes marinas siendo necesario incluir proteína marina para lograr la sustitución total (Forster et al. 2004). Otros autores han comprobado que en algunos casos las diferencias de crecimiento con las fuentes alternativas animales son debidas a la menor digestibilidad de las dietas, debido en muchos casos a un mayor contenido en cenizas de estas fuentes, sobre todo si son subproductos animales (Ye et al. 2011; Hernández et al. 2004).

El desafío de sustituir la HP en la formulación de los piensos repercutirá en gran medida a reducir los costes de alimentación, que representan entre el 50 % y 70 % del coste de producción (Paulraj et al. 2007), sobre todo harían de la acuicultura una ganadería más sostenible. Por ello, es esencial que los nuevos ingredientes sean económicos, accesibles y con una composición nutricional igual o superior a la HP. La reducción del uso de HP es especialmente importante desde el punto de vista ambiental, ya que este recurso se obtiene principalmente de la pesca de pequeños pelágicos, como la sardina y la anchoveta del norte de Chile y Perú.

El uso excesivo de HP ha sido fuertemente criticado por organizaciones ambientalistas debido a su carácter limitado y finito (Hardy 2010). Diversos estudios han demostrado que el langostino blanco puede alimentarse sustituyendo parcialmente la HP por harinas vegetales y otras harinas animales sin afectar negativamente los parámetros productivos.

Por ello, el presente estudio busca evaluar el efecto del uso de ingredientes vegetales en la formulación de dietas para camarón, ya que uno de los principales inconvenientes de estos ingredientes, debido a la mayor presencia de carbohidratos y factores antinutricionales, presenta una menor digestibilidad en especies carnívoras.

## Métodos

**Formulación y fabricación de los piensos:** Se formularon tres dietas experimentales que cumplieran con los requisitos nutricionales para camarón; se utilizaron diferentes niveles de inclusión de HP (10, 7.5 y 5 %) y proteínas vegetales ecológicas (Tabla 1). La formulación de dietas se ajustó variando la sustitución de HP y demás ingredientes, para un contenido final de proteína bruta (PB) del 36 % y grasa bruta (GB) de 10 %.

Los piensos experimentales utilizados en este experimento se fabricaron mediante el proceso de cocción-extrusión en la Fábrica de Piensos del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universitat Politècnica de València. Para ello se empleó una extrusora semiindustrial de la casa Clextral modelo BC45.

**Tabla 1.** Ingredientes y composición de las tres dietas experimentales

Ingredientes g/kg	HP10	HP7,5	HP5
Harina de pescado	100	75	50
Soja ecológica	429	484	537
Guisante ecológico	345	316	291
Aceite pescado	22	25	28
Aceite soja	19	14	8
Maltodextrina	50	50	50
Fosfato monocalcico	15	16	16
Complejo vitamínico-mineral*	10	10	10
Lecitina de soja	10	10	10
<b>Composición nutricional (%m.s.)</b>			
Proteína Bruta (PB) (%)	36.6	36.3	37.3
Grasa Bruta (GB) (%)	10.1	10.2	10.0
Carbohidratos (CHO) (%)	45.2	45.4	45.7
Cenizas (CE) (%)	8.8	8.6	8.4

**Nota:** \*Vitaminas y minerales mezcla (g kg<sup>-1</sup>): acetato de retinol, 1000000 IU kg<sup>-1</sup>; calciferol, 500 IU kg<sup>-1</sup>; DL-a-tocoferol, 10; bisulfito sódico de menadiona, 0.8; clorhidrato de tiamina, 2.3; riboflavina, 2.3; clorhidrato de piridoxina, 15; cianocobalamina, 25; nicotinamida, 15; ácido pantoténico, 6; ácido fólico, 0.65; biotina, 0.07; ácido ascórbico, 75; inositol, 15; betaína, 100; polipéptidos 12. Concentrado de soja como mezcla de vitaminas y minerales (por kg): sílice coloidal, 176.7g; arcilla sepiolítica, 357.3g; butihidroxitolueno, 20g; vitamina B12, 0.010g; niacinamida, 20g; ácido fólico, 1.5g; vitamina D3, 2x10<sup>5</sup> UI; vitamina A, 2x10<sup>6</sup> UI; vitamina E, 10g; vitamina K3, 2.5g; vitamina B1, 3g; vitamina B2, 3g; vitamina B6, 2g; Calcio d-pantotenato, 10g; biotina, 0.3g; inositol, 50g; betaína anhidra, 50g; sulfato de hierro I (II), monohidratado, 0.6g; yoduro de potasio 0.05; cobre (II) sulfato pentahidratado, 0.9g; óxido de manganeso (II), 0.96g; sulfato de zinc monohidratado 0.75g; selenito de sodio, 0.001g; medio: carbonato de calcio, cloruro sódico, cloruro potásico.

#### Composición de los ingredientes

Harina Pescado: PB 71.0 %; GB 10.4 %; CE 19.1 %  
 Trigo ecológico: 18.8 %; GB 1.2 %; CHO 77.9 %; CE 2.1 %  
 Soja ecológica: PB 45.1 %; GB 9.0 %; CHO 38.8 %; CE 7.10 %  
 Guisante ecológico: PB 24.8%; CHO 68.27 %; CE 6.93 %

La composición en aminoácidos de las dietas una vez fabricadas se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Composición de aminoácidos de las dietas experimentales

	HP10	HP7.5	HP5
<b>Esenciales</b>			
Arginina	1.76	1.79	1.88
Histidina	0.63	0.56	0.59
Isoleusina	1.47	1.38	1.44
Leucina	2.51	2.35	2.45
Lysina	1.32	1.13	1.09
Fenilalanina	1.43	1.4	1.47
Treonina	1.37	1.24	1.27
Valina	1.63	1.5	1.55
<b>No esenciales</b>			
Alanina	1.71	1.5	1.49
Ácido Aspártico	3.63	3.58	3.56
Ácido Glutámico	5.53	5.48	5.41
Glicina	1.45	1.29	1.32
Prolina	1.62	1.52	1.58
Serina	1.56	1.53	1.58
Tirosina	0.87	0.89	0.86

**Fuente:** Melendez Reyna, Yessi, Grandez Yoplac, Esteffany, Candela Maldonado, Yosú 2024.

### Estimación de la ingesta

El cálculo de las ingestas diarias se llevó a cabo siguiendo una propuesta de tasa de alimentación diaria (TAD) óptima, la cual se estableció en base al tamaño medio individual del camarón y la temperatura según Forster et al. (2003), teniendo en cuenta el peso de los camarones y la temperatura del agua. Al realizarse en un sistema RAS la temperatura oscilaba entre 27 y 28°C para una óptima alimentación y 20 g de peso medio de los animales se fijó una tasa de alimentación media de 2.7 %.

$\text{Ingesta} = \text{TAD} * \text{Biomasa media} * \text{días} / 100$

### Prueba de digestibilidad

La prueba de digestibilidad se realizó en el Laboratorio de Acuicultura del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universitat Politècnica de València. El experimento se llevó a cabo en tanques con una capacidad de 90 L. (Figura 1 Izq.) durante 90 días, tiempo necesario para obtener la cantidad de heces suficientes que requiere el análisis del Ytrio y los diferentes nutrientes. Se estableció un diseño de tercio latino que consta de tres piensos con tres tanques y tres réplicas. Se alojaron 20 camarones por cada tanque de unos 15-20 gramos de peso medio (Figura 1 Der.). Tres días antes de comenzar el bioensayo, los camarones se aclimataron al sistema.

**Figura 1.** Tanques con los cestillos para el experimento de digestibilidad en el laboratorio de Acuicultura de la UPV. Der) Camarones utilizados para el experimento



**Fuente:** Laboratorio de Acuicultura del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universitat Politècnica de València.

Se controló el estado sanitario de los camarones y se alimentó a tasa restringida en una sola toma, 45 minutos después de suministrar el alimento, los animales se trasladaban a un tanque limpio empleando un cestillo cerrado (Figura 1 Izq.) donde no había restos de pienso para evitar la contaminación de las heces con otros restos orgánicos, la colecta de las heces se procedía cuatro horas después, estas se lavaban con agua destilada para eliminar sales. Una vez obtenidas las heces, primero se congelaban y posteriormente se liofilizaban antes de la realización del análisis.

Una vez al día se registraron los parámetros fisicoquímicos del agua de mayor prioridad: temperatura, oxígeno, pH, salinidad, los parámetros registrados durante el experimento oscilaban dentro del rango óptimo para el desarrollo de la especie: pH 7-8, O<sub>2</sub> 6-8 mg/L; salinidad 20-22 mg/L y temperatura 27-28°C. El nitrógeno amoniacal y los nitritos resultaron 0 durante todo el experimento.

### Análisis de heces y piensos

La digestibilidad aparente de la materia seca, proteína, grasa y aminoácidos de las tres dietas experimentales se determinaron mediante la incorporación de un marcador inerte al alimento (Ytrio), el cual se añadió a las mezclas que se muestran en la Tabla 1 en 10 g/kg. El Ytrio de los piensos y heces se determinó por ICP (Plasma con acoplamiento inductivo) tras una digestión ácida en el Instituto Universitario del Agua y Ciencias Ambientales de la Universidad de Alicante. Se analizó la proteína (N), la grasa y los aminoácidos tanto de las materias primas como de los piensos y las heces, según la siguiente metodología:

Proteína bruta y energía: Leco CN628 Elemental Analyzer (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA, AOAC 2005). (Chemists 2005).

Los coeficientes de digestibilidad aparente se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$\text{CDA (\%)} = 100 \times [1 - (\text{Nh}/\text{Np} \times \text{DY}/\text{HY})]$$

Donde Nh es el porcentaje de proteína, grasa y aminoácidos en las heces y Np es el porcentaje de proteína, grasa, aminoácidos o la cantidad de fósforo en el pienso, DY es la concentración de Ytrio en el pienso HY es la concentración de Ytrio en las heces (Cho & Kaushik 1990).

Los análisis bioquímicos se desarrollaron en los laboratorios de análisis del Departamento de Ciencia Animal donde se analizaron las muestras de piensos, camarones y sus heces.

- **Determinación de materia seca.** La materia seca y las cenizas se determinaron según los procedimientos de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC). Se tomaron 2.5 g de muestra y se colocó en un crisol debidamente marcado y pesado. A continuación, las muestras se metían en la estufa a 105°C por 24 h., pasado ese tiempo se dejaban enfriar en un desecador y se pesaban los crisoles, la diferencia de peso corresponde a la humedad perdida.

- **Determinación de porcentaje de grasa bruta.** Para la determinación del porcentaje de materia grasa se ponían alrededor de 0.5 g de materia seca liofilizada en filtros bolsillo ANKOM que posteriormente se sellaban y llevaban al extractor ANKOMXT10, ANKOM Technology, Macedon, NY, USA) para retirar la materia grasa. Al cabo de una hora se retiran los filtros del instrumento y se dejan secar por 4 horas en la estufa, luego de esto se realiza pesaje de estos. Los datos de peso se anotaban en una tabla Excel y se despejaba el porcentaje de lípidos brutos.
- **Determinación de proteínas.** Para saber el porcentaje de proteínas, se pesaron alrededor de 0.17 g de materia seca liofilizada de pez por tanque y se pusieron en papel aluminio. Posteriormente, se pusieron en un rack plástico y se analizaron en el determinador carbono/hidrógeno/nitrógeno LECO serie 628.
- **Determinación de aminoácidos totales por HPLC. Método AQC.** El contenido en aminoácidos de las muestras liofilizadas de camarón entero se determinó tras someter a las mismas a una hidrólisis ácida con HCl 6N a 110°C durante 23 horas como describieron Bosch et al. (2006). En la separación de los aminoácidos se empleó un cromatógrafo líquido de alta resolución Waters (Milford, MA, USA). Los aminoácidos se derivatizaron con AQC (6-aminoquinolil-N-hidroxisuccinimidil carbamato). En la cuantificación de los aminoácidos se empleó tras la hidrólisis el ácido alfa-amino-butírico como patrón interno. La identificación se realizó por comparación de los tiempos de retención con los de un patrón H de aminoácidos de Pierce (Thermo Fisher Scientific Inc. IL, USA).

## Resultados

Los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca, proteína y grasa no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Tabla 3). Los niveles de digestibilidad de la materia seca resultaron entre los valores de 75,54 a 78,57 %; la proteína de 91.04 a 92.91 % y la grasa de 83.55 a 87.83 %.

**Tabla 3.** Digestibilidad aparente de las dietas (%) experimentales

CDA%	Pienso			ANOVA F-ratio
	Media ± ES	HP10	HP7.5	
Materia seca	78.57 ± 1.31	75.54 ± 0.90	78.06 ± 1.50	1.65 ns
Proteína	92.91 ± 0.35	91.04 ± 1.29	91.59 ± 1.04	0.96 ns
Grasa	87.83 ± 2.81	83.55 ± 2.53	85.21 ± 3.04	0.59 ns

**Nota:** Los datos en la tabla muestran la media de cuatro tanques siguiendo un diseño experimental de tercio latino (n=3) ± error estándar de la media (ES). Test de Newman-Keuls, ns: no significativo.  
**Fuente:** Melendez Reyna, Yessi, Grandez Yoplac, Esteffany, Candela Maldonado, Yosú 2024.

Los coeficientes de digestibilidad de los aminoácidos estuvieron por encima del 90 % en todos ellos y no presentaron diferencias significativas entre los piensos experimentales.

**Tabla 4.** Digestibilidad aparente de los aminoácidos en las dietas experimentales

Aminoácidos (g/100 g)	Dieta					
	HP10		HP7.5		HP5	
	Media	ES	Media	ES	Media	ES
<b>Esenciales</b>						
Arginina	97.36	1.39	95.93	0.41	95.09	0.63
Histidina	96.5	1.8	94.84	0.54	93.87	0.86
Isoleucina	96.83	1.65	95.24	0.54	94.36	0.78
Leucina	97.69	1.24	96.44	0.38	95.44	0.54
Lysina	96.02	2.01	94.57	0.62	93.51	0.74
Fenilalanina	94.92	2.44	92.59	0.86	90.8	1.23
Treonina	95.47	2.29	93.25	0.78	91.81	1.14
Valina	97.78	1.2	96.99	0.24	96.69	0.37

No esenciales						
Alanina	94.87	2.8	92.28	1.07	90.29	1.32
Ác. aspártico	95.46	2.26	93.83	0.79	92.24	0.89
Ác. glutámico	96.48	1.77	95.33	0.57	93.89	0.68
Glicina	94.43	2.64	91.27	0.67	89.22	1.58
Prolina	96.32	1.7	94.69	0.54	93.48	0.86
Serina	95.43	2.1	93.96	0.59	92.55	0.92
Tirosina	95.62	2.23	94.25	0.69	92.86	0.71

**Nota:** Los datos muestran la media  $\pm$  error estándar de la media (ES).

**Fuente:** Melendez Reyna, Yessi, Grandez Yoplac, Esteffany, Candela Maldonado, Yosu 2024.

## Discusión

Este estudio es pionero en evaluar la digestibilidad in vivo de tres piensos con diferentes niveles de harina de pescado e ingredientes ecológicos para camarón blanco. Sin embargo, se han realizado esfuerzos considerables para definir los diversos alimentos vegetales o animales que podrían reemplazar la harina de pescado en los alimentos para langostino blanco, como la harina de soja (Lim y Dominy 1990); harina de lupino (Sudaryono et al. 1999); concentrado de proteína de soja (Boonyaratpalin 2001) harina de semilla de algodón extraída con disolventes (Lim et al. 1997) harinas extraídas de carne y huesos (Forster et al. 2003); y alguna mezcla de proteínas vegetales y/o animales (Allen Davis & Arnold 2000; Amaya et al. 2007). Los coeficientes de digestibilidad aparente podrían verse influenciados por las especies producidas y la composición química del alimento (Lim y Dominy 1990).

No se encontró diferencias significativas en la digestibilidad con la sustitución del 25 y 50 % de HP con proteína vegetal ecológica. Estudios previos no han abordado insumos vegetales ecológicos, pero sí se han incorporado vegetales en los piensos, en los cuales se ha observado que la digestibilidad aparente de nutrientes disminuyó con el aumento del nivel de sustitución de harina de pescado en las dietas de langostino blanco (Suárez et al. 2009), esto podría deberse a los factores antinutritivos presentes en algunos ingredientes vegetales (Francis et al. 2001); o a la mayor cantidad de fibra y carbohidratos en general, de los mismos, se ha informado de una utilización ineficiente de los carbohidratos en estudios previos con juveniles de *P. vannamei* (Condrey et al. 1972; Fenucci 1981), lo que sugiere que esta especie tiene una capacidad limitada para utilizar el almidón de la dieta de manera efectiva (Brunson et al. 1997). En el presente estudio los piensos fueron fabricados mediante cocción-extrusión, proceso que inactiva los antinutrientes y mejora a digestibilidad de los carbohidratos.

La sustitución de la HP por harina vegetal representa un reto, ya que los cereales contienen nutrientes de baja biodisponibilidad para los langostinos (Davis & Gatlin III 1996), por lo que la selección de ingredientes ha recibido especial atención para la formulación de piensos en acuicultura. La biodisponibilidad podría estar relacionada con su forma química (Davis & Arnold, 1993). La digestibilidad de los nutrientes de un ingrediente alimentario es un factor importante para evaluar el valor nutritivo general del ingrediente, porque está relacionado con la cantidad del nutriente absorbido por los animales (Carvalho et al. 2016). La digestibilidad de los aminoácidos presentadas por otros autores encontró que los coeficientes de digestibilidad de la proteína dietaria, materia seca y energía no fueron afectados significativamente por el reemplazo de comida de pescado (FM) con subproductos de avícolas de calidad alimentaria para mascotas (PBM-PFG)” (Cruz-Suárez et. al. 2007).

La evaluación de la biodisponibilidad de nutrientes para varios ingredientes de alimentos administrados al langostino blanco tiene el potencial de proporcionar un método de selección que permita el diseño de formulaciones de alimentos más razonables y al mismo tiempo reducir los impactos negativos de las operaciones de acuicultura debido a los subproductos de desecho (Irvin y Tabrett 2005), que pueden contribuir a la carga de contaminación y la aparición de enfermedades. Desafortunadamente, la digestibilidad de los nutrientes puede mostrar una alta inconsistencia debido a las prácticas de alimentación, las condiciones ambientales, los procesos de alimentación y los enfoques de digestibilidad de la dieta (Brunson et al. 1997).

La digestibilidad de las tres dietas experimentales estuvo dentro del rango de diversas harinas de soja y proteína vegetal empleadas en el langostino blanco, informados en una variedad de estudios (Cruz-Suárez et al. 2009; Suárez et al. 2009). La digestibilidad de los ami-

noácidos de las dietas experimentales (superiores a 90 %) fue similar a la de otros trabajos con piensos con altos niveles de harina de pescado. Cruz-Suárez et al. (2007) mencionan que la digestibilidad de los aminoácidos esenciales totales fue alta y similar para los cuatro ingredientes de soja: harina de soja entera (FFSBM), la harina de soja extraída con hexano (SBM) y el aislado de proteína de soja (SPI), (promedio de 95.9 %), mientras que para el concentrado de proteína de soja (SPC) (90.5 %). Divakaran et al. (2004) obtuvieron valores de digestibilidad cercanos al 100. Valores cercanos al 100 % de digestibilidad de aminoácidos no son inusuales (Divakaran et al. 2004).

Los ensayos in vivo de digestibilidad aparente de aminoácidos son buenos indicadores de la calidad de los ingredientes de los alimentos y pueden utilizarse para seleccionar ingredientes para alimentos. El conocimiento de la digestibilidad de los nutrientes contribuirá a preparar dietas con niveles adecuados de proteína digestible y aminoácidos esenciales (Terrazas-Fierro et al. 2010).

## Conclusiones

La digestibilidad de materia seca (75.5 – 78.6 %), proteína (91.0 – 92.9 %) y grasa (83.55 – 87.83 %) no presentaron diferencias significativas entre los diferentes niveles de sustitución de HP por proteína vegetal ecológica y sus valores estuvieron en el rango de estudios previos de otras proteínas vegetales y animales utilizados en la dieta del camarón blanco. Por tanto, es posible incluir soja y guisante ecológico en los piensos para camarón sin reducción de la digestibilidad.

Se han realizado diversos estudios sobre los requerimientos nutricionales del camarón blanco, sin embargo, este estudio es pionero en el uso de ingredientes ecológicos vegetales, por lo tanto, la falta de información previa es una de las limitaciones para poder comparar con investigaciones referente a dicho tema. A pesar de la creciente demanda de productos ecológicos, no obstante, la obtención de insumos ecológicos para la elaboración de los piensos es limitado, lo que podría afectar o ralentizar la recolección suficiente de heces.

## Referencias

- Ahmed, Nesar y Giovanni Turchini. 2021. "Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation". *Journal of Cleaner Production*, 297. 126604-1266617. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126604>.
- Ahmed, Nesar, Shirley Thompson, y Giovanni Turchini. 2020. "Organic aquaculture productivity, environmental sustainability, and food security: insights from organic agriculture". *Food Security* 12, núm. 6: 1253-1267. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01090-3>.
- Aksnes, Anders, Britt Hope, Elisabeth Jönsson, Björn Thrandur Björnsson y Sissel Albrektsen. 2006 "Size-fractionated fish hydrolysate as feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high plant protein diets. I: Growth, growth regulation and feed utilization". *Aquaculture*, 261, núm. 1: 305-317. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.07.025>.
- Amaya, Elkin A., D. Allen Davis & David B. Rouse. 2007. "Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions". *Aquaculture*, 262, núm. 2-4: 393-401. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.015>.
- Ayisi, Christian Larbi, Xueming Hua, Andrews Apraku, Gyamfua Afriyie & Beatrice Amankwuah Kyei. 2017. "Recent Studies Toward the Development of Practical Diets for Shrimp and Their Nutritional Requirements". *HAYATI Journal of Biosciences*, 24, núm. 3: 109-117. <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2017.09.004>.
- Brunson, J. F., R. P. Romaine & R. C. Reigh. 1997. "Apparent digestibility of selected ingredients in diets for white shrimp *Penaeus setiferus* L". *Aquaculture Nutrition* 3, núm. 1: 9-16. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.1997.00068.x>.

- Cheng, Zongjia J., Keith C. Behnke & Warren G. Dominy. 2002. "Effects of Poultry By-Product Meal as a Substitute for Fish Meal in Diets on Growth and Body Composition of Juvenile Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*". *Journal of Applied Aquaculture*, 112, núm. 1: 71-83. [https://doi.org/10.1300/J028v12n01\\_04](https://doi.org/10.1300/J028v12n01_04).
- Cho, C. Y., & S. J. Kaushik. "Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*)". 1989 In *World review of nutrition and dietetics*, 61, 132-172. Karger Publishers. <https://doi.org/10.1159/000417529>.
- Cottee, S. Y. y P. Petersan. 2009. "Animal welfare and organic aquaculture in open systems". *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 22, núm. 5: 437-461. <https://doi.org/10.1007/s10806-009-9169-2>.
- Cruz-Suárez, Lucía Elizabeth, Martha Nieto-López, Claudio Guajardo-Barbosa, Mireya Tapia-Salazar, Ulrike Scholz y Denis Ricque-Marie. 2007. "Replacement of fish meal with poultry by-product meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets". *Aquaculture*, 272, núm. 1-4: 466-476. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.084>.
- Cruz-Suárez, Lucía Elizabeth, Mireya Tapia-Salazar, David Villarreal-Cavazos, Julio Beltran-Rocha, Martha Nieto-López, Andrea Lemme y Denis Ricque-Marie. 2009. "Apparent dry matter, energy, protein and amino acid digestibility of four soybean ingredients in white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles". *Aquaculture*, 292, núm. 1-2: 87-94. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2009.03.026>.
- Davis, D. Allen., y C. R. Arnold. 1993. "Evaluation of five carbohydrate sources for *Penaeus vannamei*". *Aquaculture*, 114, núm. 3-4: 285-292. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(93\)90303-G](https://doi.org/10.1016/0044-8486(93)90303-G).
- Davis, D. Allen y C. R. Arnold. 2000. "Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*". *Aquaculture*, 185, núm. 3-4: 291-298. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00354-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00354-3).
- Davis, D. Allen y Delbert M. Gatlin III. 1996. "Dietary mineral requirements of fish and marine crustaceans". *Reviews in Fisheries Science*, 4, núm. 1: 75-99. <https://doi.org/10.1080/10641269609388579>.
- Divakaran, S., Ian P.Forster y Mario Velasco. 2004. "Limitations on the use of shrimp *Litopenaeus vannamei* midgut gland extract for the measurement of in vitro protein digestibility". *Aquaculture*, 239, núm. 1-4: 323-329. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2004.06.004>.
- 
- Ekasari, Julie, Utomo Adi Nugroho, Nurul Fatimah, Deasy Angela, Yuni Puyi Hastuti Gde Sasmita Pande & F. M. Natrah. 2021. "Improvement of biofloc quality and growth of *Macrobrachium rosenbergii* in biofloc systems by *Chlorella* addition". *Aquaculture International*, 29, núm. 5: 2305-2317. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00750-1>.
- Forster, Ian, W. Dominy, L. Obaldo & A.G.J. Tacon. 1991. "Rendered meat and bone meals as ingredients of diets for shrimp *Litopenaeus vannamei*". *Aquaculture* 219, 655-670. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00457-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00457-X).
- Forster, Ian, Jerry Babbitt y Scott Smiley. 2004. "Nutritional quality of fish meals made from by-products of the alaska fishing industry in diets for pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*)". *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13, núm. 2: 115-123. [https://doi.org/10.1300/J030v13n02\\_10](https://doi.org/10.1300/J030v13n02_10).
- Francis, George, Harinder P.S. Makkar & Klaus Becker. 1993. "Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish". *Aquaculture*, 199, núm. 3-4: 197-227. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00526-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00526-9).
- Hardy, Ronald W. 2010. "Utilization of plant proteins in fish diets: Effects of global demand and supplies of fishmeal". *Aquaculture Research*, 41, núm. 5: 770-776. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02349.x>.

- Hernández, Crisantema, Jazmín Sarmiento-Pardo, Blanca González-Rodríguez e Isabel De La Parra. 2004. "Replacement of fish meal with co-extruded wet tuna viscera and corn meal in diets for white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone)". *Aquaculture Research*, 35, núm. 12: 1153-1157. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2004.01139.x>.
- Huang, Mei-Ying, Bich NgocTruong, Tan Phat Nguyen, Huei-Jen Ju & Po-Tsang Lee. 2024. "Synergistic effects of combined probiotics *Bacillus pumilis* D5 and *Leuconostoc mesenteroide* B4 on immune enhancement and disease resistance in *Litopenaeus vannamei*". *Developmental & Comparative Immunology*, 1155, 105-158. <https://doi.org/10.1016/J.DCI.2024.105158>.
- Hulefeld, Richard, Habte-Michael Habte-Tsion, Ramanathan S. Lalgudi, Barry McGraw, Rob Cain, Kristy Allen, Kenneth R. Thompson, James H. Tidwell & Vikas Kumar. 2018. "Nutritional evaluation of an improved soybean meal as a fishmeal replacer in the diet of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*". *Aquaculture Research* 49, núm. 4: 1414-1422. <https://doi.org/10.1111/are.13593>.
- Irvin, S. J. & S. J. Tabrett. 2005. "A novel method of collecting fecal samples from spiny lobsters". *Aquaculture* 243, núm. 1-4: 269-272. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2004.10.001>.
- Kloas, Werner, Roman Groß, Daniela Baganz, Johannes Graupner, Henrik Monsees, Uwe Schmidt, Georg Staaks, Johanna Suhl, Martin Tschirner, Bernd Wittstock, Sven Wuertz, Andrea Zikova & Bernhard Rennert. 2015. "A new concept for aquaponic systems to improve sustainability, increase productivity, and reduce environmental impacts". *Aquaculture Environment Interactions* 7, núm. 2: 179-192. <https://doi.org/10.3354/aei00146>.
- Kumar, Vikash, Suvra Roy, Bijay Kumar Behera, Peter Bossier & Basante Kumar Das. 2021. "Acute hepatopancreatic necrosis disease (Ahpnd): Virulence, pathogenesis and mitigation strategies in Shrimp aquaculture". *Toxins*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/toxins13>, núm. 8.
- Leduc, Alexandre, Céline Zatylny-Gaudin, Marie Robert, Erwan Corre, Gildas Le Corguille, Hélène Castel, Antoine Lefevre-Scelles, Vicent Fournier, Enric Gisbert, Karl B. Andree, & Joel Henry. 2018. "Dietary aquaculture by-product hydrolysates: Impact on the transcriptomic response of the intestinal mucosa of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed low fish meal diets". *BMC Genomics*, 19, núm. 1: 396. <https://doi.org/10.1186/s12864-018-4780-0>.
- Lightner, D. V., R. V. Redman, C. R. Pantoja, K. F. J. Tang, B. L. Noble, P. Schofield, L. L. Mohny, L. M. Nunan & S. A. Navarro. 2012. "Historic emergence, impact and current status of shrimp pathogens in the Americas". *Journal of Invertebrate Pathology*, 110, núm. 2: 174-183. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2012.03.006>.
- Lim, Chhorn & Warren Dominy. 1990. "Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaeus vannamei*)". *Aquaculture* 87, núm. 1: 53-63. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90210-E](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90210-E).
- López Belluga, Maria Dolores. 2010. (Acuicultura ecológica en el medio marino. Un caso práctico de producción en el Mediterráneo). *Cuadernos de Estudios Agroalimentarios* 5, 51-60.
- Meisch, S., & M. Stark. 2019. "Recirculation Aquaculture Systems: Sustainable Innovations in Organic Food Production?". *Food Ethics*, 4, núm. 1: 67-84. <https://doi.org/10.1007/s41055-019-00054-4>.
- Mente, E., Stratakos, A., Boziaris, I. S., Kormas, K. A., Karalazos, V., Karapanagiotidis, I. T., Catsiki, V. A., & Leondiadis, L. 2012. (The effect of organic and conventional production methods on sea bream growth, health and body composition: A field experiment). *Scientia Marina* 76, núm. 3: 549-560. <https://doi.org/10.3989/scimar.03411.07C>.

- Molina-Poveda, César, Mariela Lucas & Miguel Jover. 2013. "Evaluation of the potential of Andean lupin meal (*Lupinus mutabilis* Sweet) as an alternative to fish meal in juvenile *Litopenaeus vannamei* diets". *Aquaculture* 410-411, 148-156. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2013.06.007>.
- Quan Tran, Hoang Trieu, Thi Hang Ho, Fan-Hua Nan, Chun-Hung Liu, Yeh-Fang Hu, Chou Min Chong, Clement R. de Cruz, Murni Karim, Ting-Jui Liu, I-Pei Kuo, Po-Tsang Lee. 2024. "Assessment of fish protein hydrolysate as a substitute for fish meal in white shrimp diets: Impact on growth, immune response, and resistance against *Vibrio parahaemolyticus* infection". *Fish & Shellfish Immunology* 150, 109-597. <https://doi.org/10.1016/J.FSI.2024.109597>.
- Sánchez-Muros, María José, Patricio Renteria, Antonio Vizcaino & Fernando G. Barroso. 2020. "Innovative protein sources in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) feeding". *Reviews in Aquaculture* 12, núm. 1: 186-203. <https://doi.org/10.1111/raq.12312>.
- Scopel, Bruno Ricardo, Rodrigo Schweitzer, Walter Quadros Seiffert, Vinícius Pierri, Rafael da Fonseca Arantes, Felipe Do Nascimento Vieira & Luis Alejandro Vinatea. 2011. "Substitution of fish meal in diets for marine shrimp grown in a biofloc system | Substituição da farinha de peixe em dietas para camarões marinhos cultivados em sistema bioflocos". *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46, núm. 8: 928-934. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2011000800020>.
- Shiu, Ya-Li, Saou-Lien Wong, Wang-Chen Guei, Yu-Chig Shin & Chun-Hung Liu. 2015. "Increase in the plant protein ratio in the diet of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), using *Bacillus subtilis* E20-fermented soybean meal as a replacement". *Aquaculture Research* 46, núm. 2: 382-394. <https://doi.org/10.1111/are.12186>.
- Suárez, J. A., G. Gaxiola, R. Mendoza, S. Cadavid, G. Garcia, G. Alanis, A. Suárez, J. Faillace & G. Cuzon. 2009. "Substitution of fish meal with plant protein sources and energy budget for white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)". *Aquaculture* 289, núm. 1-2: 118-123. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.01.001>.
- Sudaryono, Agung, Elena Tsvetnenko, Johannes Hutabarat, Supriharyono, & Louis H. Evans. 1999. "Lupin ingredients in shrimp (*Penaeus monodon*) diets: Influence of lupin species and types of meals". *Aquaculture* 171, núm. 1-2: 121-133. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00424-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00424-4).
- Suhl, Johanna, Dennis Dannehl, Werner Kloas, Daniela Baganz, Sebastian Jobs, Günther Scheibe & Uwe Schmidt. 2016. "Advanced aquaponics: Evaluation of intensive tomato production in aquaponics vs. conventional hydroponics". *Agricultural Water Management*, 178, 335-344. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2016.10.013>.
- Tefal, Eslam, Ana Tomás-Vidal, Silvia Martínez-Llorens, Ignacio Jauralde, David Sánchez-Peñaranda & Miguel Jover-Cerdá. 2023. Effects of Eco-Organic Feed on Growth Performance, Biometric Indices, and Nutrient Retention of Gilthead Seabream "*Sparus aurata*". *Sustainability (Switzerland)* 15, núm. 14. <https://doi.org/10.3390/sul151410750>.
- Xie, Biao, Jun Qin, Hao Yang, Xia Wang, Yan Wang & Ting-You Li. "Organic aquaculture in China: A review from a global perspective". *Aquaculture* 414-415, 243-253. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2013.08.019>.
- Ye, J.-D., K. Wang, F-D. Li, Y-Z. Sun & X-H. Liu. 2011. "Incorporation of a mixture of meat and bone meal, poultry by-product meal, blood meal and corn gluten meal as a replacement for fish meal in practical diets of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* at two dietary protein levels". *Aquaculture Nutrition* 17, núm. 2. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00768.x>.
- Zheng, Bo, Gengzhuo Wang, Zhen Qu, Jingjie Hu, Zhenmin Bao & Mengqiang Wang. 2024. "Glycosaminoglycan lyase: A new competition between bacteria and the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*". *Developmental & Comparative Immunology* 156, 105-177. <https://doi.org/10.1016/J.DCI.2024.105177>.



## ARTÍCULO ORIGINAL

Efectos de *Bacillus* spp. y su actividad Metabólica sobre la calidad de la leche entera

Effects of *Bacillus* spp. and Its Metabolic Activity on the Quality of Whole Milk

Autores: Noelia Lessandra Moncada Núñez, Andrea Guadalupe Santos Tellez, Ligia Elizabeth Luna y Luis Maldonado

## Efectos de *Bacillus* spp. y su actividad Metabólica sobre la calidad de la leche entera

### Effects of *Bacillus* spp. and Its Metabolic Activity on the Quality of Whole Milk

**Autor:** 1. Noelia Lessandra Moncada Nuñez (ORCID: 0009-0002-5995-3407)

2. Andrea Guadalupe Santos Tellez (0009-0008-4607-6402)

3. Ligia Elizabeth Luna (ORCID: 0000-0002-2568-714X)

4. Luis Maldonado (ORCID: 0000-0003-0796-1288)

**Sobre el autor:** Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 30-10-24

Aceptado/Accepted: 2-12-24

**Contacto de correspondencia:** noelia.moncada@est.zamorano.edu

**Teléfono:** (+504) 9809 - 8774

#### Resumen

**Introducción:** La refrigeración de la leche ralentiza el crecimiento de la mayoría de los microorganismos, pero no previene la proliferación de bacterias psicrotróficas, como *Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp., que prosperan a temperaturas inferiores a 7 °C. Estas bacterias producen enzimas que aceleran el deterioro de la leche, afectando su calidad y la de sus derivados. El objetivo del presente estudio fue evaluar como el retraso en la pasteurización impacta la calidad de la leche mediante la dinámica microbiana y los cambios fisicoquímicos durante el almacenamiento refrigerado. **Metodología:** Se analizaron las poblaciones de bacterias psicrotróficas y se midieron parámetros fisicoquímicos como acidez titulable (ATECAL), viscosidad y degradación de proteínas. Las muestras fueron recolectadas en siete intervalos: 0, 1, 6, 12, 24, 36 y 48 horas posteriores al ordeño. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones por punto de tiempo, aplicando análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar las diferencias. **Resultados:** Se mostró que un mayor tiempo de almacenamiento antes de la pasteurización favoreció la proliferación de la bacteria psicrotrófica (*Bacillus* spp.), lo que incrementó la acidez y alteró las propiedades estructurales de la leche. Esta actividad microbiana redujo significativamente la estabilidad fisicoquímica, afectando la vida útil y la calidad del producto. **Conclusiones:** Aunque las buenas prácticas de ordeño contribuyen a reducir las cargas bacterianas iniciales, no son suficientes para mitigar el deterioro causado por las bacterias psicrotróficas. Reducir el tiempo entre el ordeño y la pasteurización es esencial para preservar la calidad de la leche durante el almacenamiento refrigerado, destacando la importancia del procesamiento oportuno. Este enfoque es crucial para mantener estándares de calidad en la industria láctea.

**Palabras clave:** Acidez titulable, deterioro de la leche, pasteurización, psicrotrófico, viscosidad

## Abstract

**Introduction:** Refrigeration of milk slows down the growth of most microorganisms, but it does not prevent the proliferation of psychrotrophic bacteria, such as *Bacillus* spp. and *Pseudomonas* spp., which thrive at temperatures below 7 °C. These bacteria produce enzymes that accelerate the deterioration of milk, affecting its quality and that of its derivatives. The objective was to evaluate how the delay in pasteurization impacts the quality of milk through microbial dynamics and physicochemical changes during refrigerated storage. **Methodology:** Psychrotrophic bacterial populations were analyzed and physicochemical parameters such as titratable acidity (TTA), viscosity, and protein degradation were measured. The samples were collected at seven intervals: 0, 1, 6, 12, 24, 36, and 48 hours after milking. A completely randomized block design with three repetitions per time point was employed, applying analysis of variance (ANOVA) to evaluate the differences. **Results:** It was shown that a longer storage time before pasteurization favored the proliferation of psychrotrophic bacteria (*Bacillus* spp.), which increased acidity and altered the structural properties of the milk. This microbial activity significantly reduced the physicochemical stability, affecting the shelf life and quality of the product. **Conclusions:** Although good milking practices help reduce initial bacterial loads, they are not sufficient to mitigate the deterioration caused by psychrotrophic bacteria. Reducing the time between milking and pasteurization is essential to preserve the quality of the milk during refrigerated storage, highlighting the importance of timely processing. This approach is crucial for maintaining quality standards in the dairy industry.

**Keywords:** milk spoilage, pasteurization, psychrotrophic, titratable acidity, viscosity.

## Introducción

La industria láctea enfrenta desafíos significativos relacionados con el deterioro de la calidad de la leche cruda, lo que resulta en pérdidas económicas considerables. La leche, aunque es estéril dentro de la glándula mamaria, es altamente susceptible a la contaminación microbiológica durante el ordeño, almacenamiento y procesamiento. Factores como la higiene deficiente en los establos, equipos contaminados y condiciones insalubres contribuyen a la presencia de microorganismos como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. y *Listeria monocytogenes* (Yalew et al. 2024). Para mitigar estos riesgos, es fundamental implementar Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), que incluyen la limpieza adecuada de los pezones y el uso de equipos desinfectados, reduciendo así la carga inicial de bacterias en la leche (Lan et al. 2024).

La pasteurización se presenta como un proceso clave en la industria láctea, al calentar la leche a temperaturas específicas durante un tiempo controlado para eliminar la mayoría de los patógenos y reducir la carga microbiana total (Salwoom et al. 2019). Sin embargo, este método no es completamente infalible. Una alta carga bacteriana inicial, derivada de prácticas deficientes, puede permitir que algunos microorganismos sobrevivan incluso después del tratamiento térmico. Adicionalmente, la contaminación post-pasteurización representa otro riesgo significativo para la seguridad del producto final (Morandi et al. 2021).

Un desafío particular en el procesamiento lácteo es la presencia de bacterias psicrotróficas como *Bacillus* spp., que proliferan en condiciones de refrigeración y producen enzimas termorresistentes como proteasas y lipasas (Zarei et al. 2023). Estas enzimas sobreviven al tratamiento térmico y aceleran el deterioro de la leche, afectando su calidad a través de procesos como la desnaturalización de proteínas y la hidrólisis de grasas, lo que provoca rancidez, cambios en el sabor y sedimentación (Pereira et al. 2019). Estos defectos suelen manifestarse durante las evaluaciones de vida útil o como quejas de los consumidores, reduciendo significativamente la estabilidad y aceptabilidad del producto (Capodifoglio et al. 2016).

Este estudio busca evaluar cómo esta bacteria psicrotrófica y sus enzimas afectan la calidad y vida útil de la leche cruda y pasteurizada, analizando la dinámica microbiana y los cambios

fisicoquímicos durante el almacenamiento refrigerado. También explora la importancia de optimizar las condiciones de pasteurización y minimizar la contaminación inicial, con el objetivo de mejorar la calidad del producto, reducir el desperdicio y contribuir al logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible 12: Producción y Consumo Responsable (United Nations Environment Programme, 2024).

## Metodología

La información presentada en este trabajo se fundamenta en un estudio original que analiza la dinámica microbiológica y fisicoquímica de la leche bajo condiciones de almacenamiento refrigerado. Este estudio incluye el análisis de microorganismos psicrótrofos, como *Bacillus* spp., y evalúa los cambios en la calidad de la leche debido al retraso en la pasteurización. Para llevar a cabo este trabajo, se utilizaron metodologías validadas para los análisis microbiológicos y fisicoquímicos. Entre estas se incluye el método de Kjeldahl para la determinación de proteínas y medios de cultivo selectivos diseñados específicamente para la detección y cuantificación de microorganismos relevantes, como *Bacillus* spp. Además, se implementaron técnicas para el análisis de la viscosidad, acidez titulable y degradación proteica en leche bajo condiciones controladas de refrigeración.

El protocolo experimental incluye la aplicación del método AOAC 2001.11 para la evaluación de proteínas y otras técnicas estandarizadas ampliamente reconocidas. Así mismo, se recurrió al manual “Tecnología de la Leche” de Revilla R. (1996) como referencia para los procedimientos de medición de acidez titulable, asegurando así el cumplimiento de los estándares internacionales en la realización de los análisis.

La calidad de los estudios seleccionados se evaluó con base en la reproducibilidad de las metodologías descritas, el nivel de detalle en la documentación de los resultados y la validez de los protocolos empleados. Herramientas como PRISMA se usaron para garantizar que los estudios cumplieran con altos estándares científicos. Esta metodología permitió analizar la proliferación de *Bacillus* spp. y los cambios fisicoquímicos en la leche mediante una secuencia de análisis que incluyó pruebas microbiológicas y fisicoquímicas en diferentes puntos temporales, por lo cual, el estudio se dividió en dos fases. Los hallazgos proporcionaron una visión integral sobre el impacto del tiempo y las condiciones de almacenamiento en la calidad de la leche, destacando la importancia de un manejo adecuado y un procesamiento oportuno.

Este estudio se realizó bajo condiciones controladas en los laboratorios de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

En la industria láctea, es común almacenar leche cruda a menos de 10 °C antes de su procesamiento durante 2 a 5 días para ralentizar el crecimiento de bacterias mesófilas y termófilas patógenas. Sin embargo, estas condiciones favorecen el desarrollo de bacterias psicrótrofas, que prosperan a temperaturas  $\leq 7$  °C, comprometiendo la calidad microbiológica de la leche si el almacenamiento excede las 48 horas (Yalew et al. 2024, 77).

Este estudio evaluó cambios en las poblaciones microbianas, específicamente de microorganismos psicrótrofos, en leche cruda almacenada por un máximo de 48 horas, un límite crítico basado en guías que aseguran calidad y seguridad. Se establecieron puntos de medición en intervalos clave:

0 horas: Para evaluar la carga microbiana inicial.

1 hora: Para identificar cambios inmediatos tras la recolección.

6 horas: Para capturar la proliferación temprana.

12 horas: Para observar la evolución durante media jornada de almacenamiento.

24 horas: Para comparar cambios tras un día completo.

36 horas: Para examinar el crecimiento cercano al límite crítico.

48 horas: Para evaluar el tiempo máximo de almacenamiento antes de un compromiso significativo en la calidad.

Estos intervalos permitieron rastrear la dinámica del crecimiento bacteriano, identificando los momentos críticos en que la carga microbiana supera niveles aceptables de seguridad. Este enfoque destaca la importancia de procesar la leche dentro del tiempo recomendado para evitar riesgos de contaminación (Poltronieri, 2017).

### Fase I. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se enfocó en la identificación y cuantificación de *Bacillus* spp., Las muestras se sembraron directamente en Agar Selectivo para *Bacillus* spp. (dilución  $10^6$ ). Las placas se incubaron a 24 °C durante 48 horas de acuerdo con el método desarrollado por Wehr y Frank (2004, 23). Tras el período de incubación, las colonias desarrolladas en el medio fueron contadas y el número de unidades formadoras de colonias (UFC/mL).

### Fase II. Análisis fisicoquímico

- Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron:
- Viscosidad: Medida con un viscosímetro Brookfield en siete intervalos de tiempo (0, 1, 6, 12, 24, 36 y 48 horas).
- Acidez titulable (ATECAL): Determinada mediante titulación con NaOH 0.1 N, expresando los resultados como porcentaje de ácido láctico.
- Proteína cruda y proteólisis: Cuantificada mediante el método Kjeldahl (AOAC 2001.11) con una adaptación que incluye precipitación de proteínas con ácido tricloroacético (TCA). Las proteínas precipitaron tras centrifugación, y se analizaron los péptidos solubles en TCA como indicadores de proteólisis.

### Viscosidad (ASTM E83, ISO 9513)

La viscosidad de los tratamientos de leche se determinó mediante el método oficial ASTM E83, ISO 9513, utilizando un viscosímetro Brookfield con un husillo No. 02 de diámetro (cm) de 4.7. Este dispositivo mide la viscosidad de las muestras a través de mediciones repetidas en el tiempo, según el aumento de horas.

Preparación de las muestras: Las muestras de leche de los tratamientos (leche cruda y leche pasteurizada) que habían sido previamente congeladas para preservar las características fisicoquímicas en cada punto de tiempo se descongelaron a 4 °C para mantener su integridad. Una vez descongeladas, las muestras se llevaron a temperatura ambiente en el laboratorio para garantizar condiciones consistentes durante la medición de la viscosidad.

Este procedimiento se repitió para cada uno de los siete puntos de tiempo (0, 1, 6, 12, 24, 36 y 48 horas) con el objetivo de evaluar con precisión cómo la viscosidad cambió a lo largo del tiempo y entre los tratamientos.

### Acidez titulable expresada en ácido láctico (TAELA)

Para este análisis, se utilizó el método de acidez titulable expresada como ácido láctico (TAELA) descrito en el libro de Revilla R. (1996, 38) "Tecnología de la Leche". La acidez de la leche fue evaluada en los dos tratamientos. Se extrajeron 20 ml de leche de cada botella correspondiente a cada tratamiento y punto de tiempo, utilizando una pipeta graduada y una perilla de succión. Posteriormente, se añadieron 40 ml de agua destilada y 2 ml de fenolftaleína (preparada al 1 % en etanol al 95 %) en un matraz Erlenmeyer.

La mezcla se tituló con hidróxido de sodio (NaOH 0.1 N) contenido en una bureta. Se añadieron gotas de NaOH mientras se agitaba, registrándose los datos al observar el primer cambio de color a rosa, siempre que este persistiera durante 30 segundos. Asimismo, se leyó el volumen de NaOH 0.1 N utilizado en la bureta.

Para calcular el ácido láctico, se empleó la siguiente fórmula, expresando el resultado en porcentaje de TAELA:

$$\% \text{ Lactic Acid} = \frac{(\text{Volumen de NaOH (ml)} \times \text{Concentración (0.1 N)} \times 90\%)}{(\text{Volumen de Leche (ml)}) \times 100} \times 100$$

### **Determinación de proteína cruda (AOAC 2001.11 y método de Toss Ekmyr para proteólisis total)**

La cuantificación de proteínas se realizó principalmente siguiendo el método AOAC 2001.11, que utiliza la técnica de Kjeldahl para determinar el nitrógeno total y convertirlo en contenido proteico. Este método incluye la digestión del nitrógeno orgánico con ácido sulfúrico, seguida de destilación y titulación con ácido clorhídrico. El porcentaje de nitrógeno obtenido se multiplicó por un factor de conversión para calcular el contenido proteico total. Esto permitió determinar la cantidad de proteína en leche sin tratar y en leche sometida a diferentes condiciones.

Para evaluar de manera indirecta la precipitación proteica causada por actividad microbiana, se empleó una modificación del enfoque de (Toss Ekmyr, 2020). Las proteínas fueron precipitadas usando ácido tricloroacético (TCA), un ácido débil comúnmente utilizado para este propósito debido a su capacidad para desnaturalizar proteínas al interrumpir las interacciones electrostáticas. Las muestras de leche se mezclaron con TCA para precipitar las proteínas, las cuales se separaron posteriormente mediante centrifugación.

Las proteínas precipitadas se depositaron en el pellet, mientras que el sobrenadante, que contenía péptidos solubles en TCA, se analizó para una evaluación adicional. Este proceso es esencial, ya que los péptidos solubles en TCA en el sobrenadante representan los productos de descomposición de la proteólisis, mientras que el contenido proteico restante en el precipitado refleja las proteínas no digeridas o no proteolizadas.

Este método permitió calcular el porcentaje de proteína que experimentó proteólisis durante el experimento. La combinación del método AOAC 2001.11 para la determinación de proteína cruda y la técnica de precipitación con TCA permitió realizar un análisis integral tanto del contenido proteico total como del grado de proteólisis en las muestras de leche.

Los resultados del análisis de proteínas, basados en los datos de titulación, se centraron en dos componentes principales: la masa de cada muestra y el volumen de HCl utilizado durante la titulación. Estos valores se emplearon para determinar el porcentaje de nitrógeno (%). Posteriormente, el contenido de nitrógeno se convirtió en porcentaje de proteína aplicando un factor de conversión de 6.38 %, correspondiente a las lactoproteínas en la leche. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%N = \frac{(\text{NHCl} \times \text{volumen del ácido (ml)})}{(\text{peso de la muestra (g)})}$$

### **Análisis estadístico**

El experimento se diseñó y analizó estadísticamente utilizando un diseño de bloques completos al azar (CRBD, por sus siglas en inglés), seleccionado para controlar la variabilidad entre las unidades experimentales y garantizar resultados confiables. Se analizaron dos tratamientos principales: leche cruda y leche pasteurizada, con tres repeticiones cada uno, lo que permitió abordar la variación aleatoria y obtener un total de 42 unidades experimentales. Estas unidades se dividieron en tres bloques de 14 unidades, distribuidos para minimizar el impacto de posibles diferencias no controladas entre los bloques.

El protocolo incluyó mediciones repetidas en siete puntos temporales tras el ordeño: 0, 1, 6, 12, 24, 36 y 48 horas. El experimento se dividió en dos fases principales para un análisis integral: la fase I estuvo orientada a los análisis microbiológicos, mientras que la fase II incluyó mediciones fisicoquímicas como acidez titulable, viscosidad y estabilidad de proteínas, proporcionando una visión completa del impacto de los tratamientos a lo largo del tiempo.

El análisis estadístico se llevó a cabo con el software SAS (9.4M8), un sistema ampliamente reconocido por su precisión en análisis complejos. Se utilizó un análisis de varianza

(ANOVA) para determinar la significancia estadística entre los tratamientos y puntos de tiempo, seguido de la prueba post hoc de Tukey, la cual identificó diferencias significativas específicas entre tratamientos y momentos de medición. Además, se reportaron los intervalos de confianza para los efectos significativos, permitiendo una interpretación más precisa de los resultados.

Los métodos y términos estadísticos empleados, como ANOVA y la prueba de Tukey, están documentados y validados por literatura estándar. Este enfoque asegura que los análisis sean replicables y comprensibles para investigadores con acceso a los datos originales. El diseño cuidadoso y el uso de herramientas analíticas avanzadas refuerzan la solidez del estudio y garantizan la fiabilidad de las conclusiones obtenidas.

Los métodos estadísticos fueron descritos con suficiente detalle para permitir su replicación por parte de investigadores con acceso a los datos originales. La elección del análisis de varianza (ANDEVA) permitió identificar diferencias significativas entre tratamientos y a lo largo del tiempo, mientras que la prueba de Tukey proporcionó un análisis post hoc robusto para determinar qué grupos presentaban variaciones específicas. Además, los resultados fueron cuantificados y presentados con intervalos de confianza, proporcionando una interpretación más precisa de las estimaciones y del tamaño del efecto observado. La Tabla 1 muestra a detalle el diseño experimental utilizado en el estudio.

**Tabla 1.** Detalles diseño experimental

Parámetro	Detalles
Diseño experimental	Diseño de bloques completos al azar (CRBD)
Tratamientos	2 tratamientos: leche cruda y leche pasteurizada
Réplicas	3 bloques, cada uno con 14 unidades experimentales (total: 42 unidades)
Puntos de tiempo (horas)	7 puntos post-ordeño: 0, 1, 6, 12, 24, 36, 48
Fase I	Análisis microbiológico con 3 réplicas
Fase II	Análisis fisicoquímico (acidez titulable y viscosidad, proteína) con 3 réplicas
Análisis estadístico	ANOVA y prueba post hoc de Tukey

Fuente: Elaboración propia.

## Resultados

### Cargas de *Bacillus* spp. a través de tratamientos de leche cruda y pasteurizada y en intervalos temporales

La carga microbiana de *Bacillus* spp. en la leche cruda y la leche pasteurizada mostró aumentos estadísticamente significativos con el tiempo, como se observa en la Tabla 2 ( $P < 0.0001$ ). En ambos tratamientos, la carga microbiana continuó incrementándose de manera constante a lo largo del tiempo. En el tratamiento de leche cruda, se registró un aumento significativo de 0.155 log UFC/ml, mientras que en la leche pasteurizada el incremento fue de 0.287 log UFC/ml. Estos valores reflejan cómo cada tratamiento afecta el crecimiento de *Bacillus* spp. con el paso de las horas, indicando que la leche cruda proporciona condiciones favorables para el desarrollo de estas bacterias (Gopal et al. 2015).

Por otro lado, al pasteurizar la leche, se observó una reducción significativa en la carga microbiana inicial en la hora 0. Sin embargo, cuando la leche cruda fue refrigerada durante 48 horas antes de ser pasteurizada, la carga microbiana en las muestras pasteurizadas alcanzó valores más altos, llegando a 2.417 log UFC/ml. Esto subraya cómo el almacenamiento prolongado previo a la pasteurización compromete la efectividad del proceso y la calidad general del producto. Este fenómeno se explica porque las células vegetativas de *Bacillus* spp. presentes en la leche cruda son eliminadas por el tratamiento térmico, pero las esporas de *Bacillus* spp., resistentes al calor, sobreviven (Lan et al. 2024). Durante el almacenamiento a bajas temperaturas, estas esporas pueden germinar y conducir a la proliferación bacteriana, lo que afecta la calidad de la leche debido a la producción de enzimas como proteasas y lipasas (Meer et al. 1991).

En el análisis de las cargas de *Bacillus* spp. a través del tiempo, la leche cruda mostró una carga inicial significativamente más alta en la hora 0 (3.168 log UFC/ml) en comparación con la leche pasteurizada (0.693 log UFC/ml). A lo largo del tiempo, la leche cruda mantuvo consistentemente mayores conteos de *Bacillus* spp. en todos los puntos temporales, mientras que la leche pasteurizada mostró incrementos graduales. Las diferencias significativas entre los tratamientos y los puntos temporales se reflejan mediante las letras (a, b, c) en las columnas de la Tabla 6.

**Tabla 2.** Comportamiento de *Bacillus* spp

Comportamiento de <i>Bacillus</i> spp. (Log UFC/ml) en diferentes tratamientos de leche a lo largo del tiempo (Medidas repetidas en el tiempo).								
TRT	0	1	6	12	24	36	48	C.V (%)
Leche cruda	3.168±0.01 1 <sup>na</sup>	3.520±0.01 2 <sup>na</sup>	3.839±0.07 2 <sup>na</sup>	3.799±0.00 6 <sup>na</sup>	3.923±0.00 1 <sup>na</sup>	4.011±0.01 1 <sup>na</sup>	4.096±0.00 0 <sup>na</sup>	0.432
Leche Past	0.693±0.08 8 <sup>nc</sup>	0.800±0.03 9 <sup>nc</sup>	1.165±0.04 6 <sup>nc</sup>	1.566±0.02 5 <sup>nc</sup>	1.861±0.02 4 <sup>nc</sup>	2.285±0.01 7 <sup>nb</sup>	2.417±0.00 8 <sup>nc</sup>	3.638
C.V (%)	5.288	2.005	2.108	0.794	0.487	0.395	0.276	

**Nota.** ME ± DE (Media ± Desviación Estándar). Letras diferentes en la misma fila (t-z) indican diferencias significativas dentro de cada tratamiento en cada hora (P < 0.05). Letras diferentes en la misma columna (a-c) indican diferencias significativas entre tratamientos en cada hora (P < 0.05). C.V: Los coeficientes de variación en una fila representan el tratamiento en diferentes horas y, en las columnas, representan la misma hora en diferentes tratamientos. Past: Pasteurizado.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Acidez Titulable Expresada como Ácido Láctico (ATECAL) en diferentes tratamientos de leche y en intervalos temporales

La acidez titulable expresada como ácido láctico en los tratamientos de leche cruda y pasteurizada mostró aumentos estadísticamente significativos con el tiempo (Tabla 3), como lo evidencian las diferentes letras en la misma fila (P < 0.005). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula que establece que todos los tratamientos de leche se comportan de manera similar o constante en términos de su acidez a lo largo del tiempo.

En la leche cruda, la acidez aumentó gradualmente de 0.149 a 0.194 ATECAL en 48 horas. Este incremento se atribuye probablemente a la actividad microbiana, ya que la leche cruda contiene bacterias productoras de ácido como subproducto de su metabolismo. La presencia de microorganismos, especialmente bacterias lácticas, contribuye al aumento de la acidez, lo que indica que la leche cruda es menos estable y más propensa a deteriorarse rápidamente en comparación con la leche pasteurizada.

En el caso de la leche pasteurizada, aunque la acidez también aumentó (de 0.150 a 0.213 ATECAL) durante las 48 horas, el incremento fue menor debido a que la pasteurización reduce significativamente la carga microbiana inicial, limitando la producción de ácidos por las bacterias. No obstante, el tratamiento térmico pudo contribuir a un ligero aumento de la acidez debido a la concentración de ácidos orgánicos por evaporación de agua durante el calentamiento y la desnaturalización de proteínas, que libera ácidos ligados y altera la

capacidad tampón de la leche. Estos cambios, junto con la activación gradual de ciertos microorganismos en condiciones de refrigeración, contribuyeron al incremento en la acidez con el tiempo.

**Tabla 3.** Acidez titulable a lo largo del tiempo

Acidez titulable en diferentes tratamientos de leche a lo largo del tiempo ( Expresada en % de ácido Láctico) mediciones repetidas en el tiempo (Horas)								
TRT	0 <sup>ns</sup>	1 <sup>ns</sup>	6 <sup>ns</sup>	12 <sup>ns</sup>	24	36 <sup>ns</sup>	48 <sup>ns</sup>	CV%
Leche cruda	0.149±0.014 <sup>z</sup>	0.150±0.011 <sup>z</sup>	0.150±0.005 <sup>z</sup>	0.156±0.007 <sup>yz</sup>	0.167±0.009 <sup>yz</sup>	0.176±0.008 <sup>x</sup>	0.194±0.005 <sup>w</sup>	5.240
Leche Past	0.150±0.003 <sup>z</sup>	0.165±0.002 <sup>z</sup>	0.170±0.003 <sup>6y</sup>	0.180±0.003 <sup>6y</sup>	0.189±0.003 <sup>6x</sup>	0.197±0.003 <sup>2wx</sup>	0.213±0.003 <sup>4w</sup>	18.139
C.V (%)	9.479	10.931	10.189	10.095	9.607	10.507	7.671	

**Nota.** ME ± DE (Media ± Desviación Estándar). Las letras diferentes “w-z” en la misma fila indican diferencias significativas dentro de cada tratamiento en cada hora (P < 0.05). “ns” en la misma columna indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en cada hora (P > 0.05). C.V: Los coeficientes de variación en una fila representan el tratamiento en diferentes horas y, en las columnas, representan la misma hora en diferentes tratamientos. Past: Pasteurizado.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Viscosidad en diferentes tratamientos de leche y en intervalos temporales de muestreo

La viscosidad inicial de los dos tipos de leche (Tabla 4) muestra diferencias importantes: la leche cruda comienza con 9.47±2.59 mPa·s y experimenta incrementos leves.

En las columnas, los valores marcados como “ns” indican que no hay diferencias estadísticamente significativas en la viscosidad entre los tratamientos en momentos específicos (1, 6 y 12 horas). Esto sugiere que, en estos tiempos, la actividad microbiana y la estructura de la leche eran similares en ambos tratamientos, probablemente debido a una fase inicial de adaptación microbiana y a la limitada influencia de factores externos como los exopolisacáridos (EPS) en este momento (Morandi et al. 2021).

**Tabla 4.** Viscosidad en los diferentes tratamientos de leche

Viscosidad (mPa·s) en diferentes tratamientos de leche a lo largo del tiempo medidas repetidas en el tiempo (Horas)								
TRT	0	1 <sup>ns</sup>	6 <sup>ns</sup>	12 <sup>ns</sup>	24	36	48 <sup>ns</sup>	C.V (%)
Leche cruda <sup>ns</sup>	9.47±2.59 <sup>b</sup>	10.00±3.11	10.37±1.65	10.23±2.38 <sup>b</sup>	10.27±2.88 <sup>b</sup>	10.70±3.63 <sup>b</sup>	10.61±3.23	27.14
Leche past	11.27±1.70 <sup>wxab</sup>	10.72±1.48 <sup>wx</sup>	10.17±2.16 <sup>wx</sup>	10.48±3.22 <sup>wx</sup>	8.58±0.31 <sup>ab</sup>	9.96±2.06 <sup>wx</sup>	12.02±3.45 <sup>w</sup>	19.13
C.V (%)	17.79	19.90	17.07	20.49	13.08	19.34	24.04	

**Nota.** ME ± DE (Media ± Desviación Estándar). Las letras diferentes “w-z” en la misma fila indican diferencias significativas dentro de cada tratamiento en cada hora (P < 0.05). “ns” en la misma columna indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en cada hora (P > 0.05). “NS” en la misma fila indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en cada hora (P > 0.05). C.V: Los coeficientes de variación en una fila representan el tratamiento en diferentes horas y, en las columnas, representan la misma hora en diferentes tratamientos. Past: Pasteurizado.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Precipitación de proteínas en diferentes tratamientos de leche a lo largo del tiempo

La leche cruda comienza con un contenido de proteínas de 0.11±0.03 y se mantiene estable hasta las 24 horas (0.12±0.02). A partir de ese punto, el contenido proteico disminuye drásticamente a 0.00±0.00 en las horas 36 y 48 (Tabla 5). Esta reducción puede atribuirse a la actividad microbiana en la leche cruda, que, al no haber sido sometida a tratamiento

térmico, conserva enzimas y bacterias activas que descomponen las proteínas, reduciendo su contenido. En la leche pasteurizada, el contenido proteico también muestra una tendencia a la baja, pasando de un valor inicial de  $0.11 \pm 0.01$  a  $0.05 \pm 0.05$  en las últimas horas. Aunque la pasteurización inactiva gran parte de la carga microbiana, no elimina por completo algunas bacterias y enzimas termorresistentes que pueden sobrevivir al proceso y afectar las proteínas, aunque de manera más lenta que en la leche cruda (Tirloni et al. 2022).

En las columnas, los tiempos marcados como “ns” indican que el análisis con SAS no detectó diferencias significativas en el contenido de proteínas entre los tratamientos en esos momentos específicos (0, 1, 6, 12 y 24 horas). Esto podría deberse a que, en esos primeros momentos, las actividades de degradación proteica no han avanzado lo suficiente como para mostrar diferencias significativas, especialmente en la leche pasteurizada, que inicialmente tiene menor actividad enzimática y bacteriana.

**Tabla 5.** Precipitación de proteína en diferentes tratamientos de leche

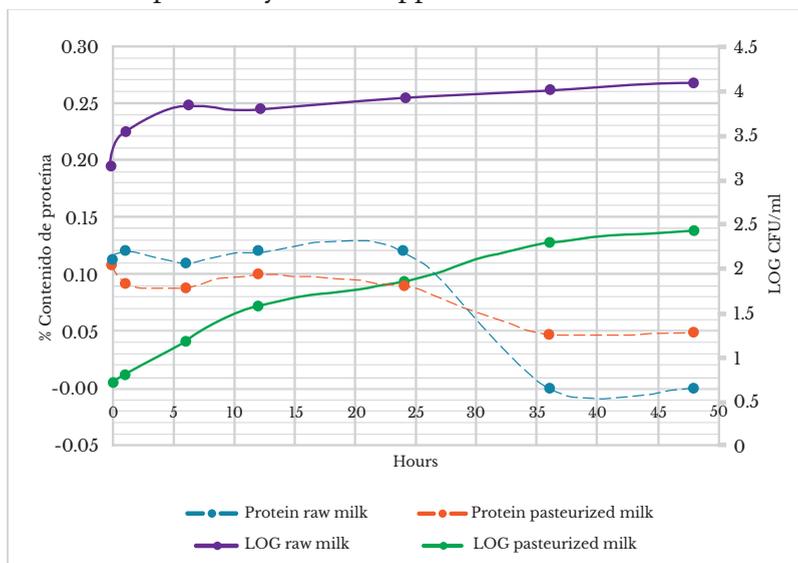
Precipitación de proteínas (%) en diferentes tratamientos de leche a lo largo del tiempo medidas repetidas en el tiempo (Horas)								
TRT	0 <sup>ns</sup>	1 <sup>ns</sup>	6 <sup>ns</sup>	12 <sup>ns</sup>	24 <sup>ns</sup>	36 <sup>ns</sup>	48 <sup>ns</sup>	C.V (%)
Leche cruda	$0.11 \pm 0.03^w$	$0.12 \pm 0.03^w$	$0.11 \pm 0.01^w$	$0.12 \pm 0.03^w$	$0.12 \pm 0.02^w$	$0.00 \pm 0.00^x$	$0.00 \pm 0.00^x$	20.4
Leche Past <sup>ns</sup>	$0.11 \pm 0.01$	$0.09 \pm 0.01$	$0.09 \pm 0.01$	$0.10 \pm 0.01$	$0.09 \pm 0.01$	$0.05 \pm 0.05$	$0.05 \pm 0.05$	41.93
C.V (%)	14.22	14.67	9.11	12.85	15.4	0	0	

**Nota.** ME ± DE (Media ± Desviación Estándar). Las letras diferentes “w-z” en la misma fila indican diferencias significativas dentro de cada tratamiento en cada hora ( $P < 0.05$ ). “ns” en la misma columna indica que no hay diferencias significativas entre tratamientos en cada hora ( $P > 0.05$ ). “NS” en la misma fila indica que no hay diferencias significativas dentro de cada tratamiento en cada hora ( $P > 0.05$ ). C.V: Los coeficientes de variación en una fila representan las horas y, en las columnas, representan el tratamiento. Past: Pasteurizado.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Tendencias en la biodinámica entre tratamientos y análisis químico Biodinámica del contenido de proteína y *Bacillus* spp.

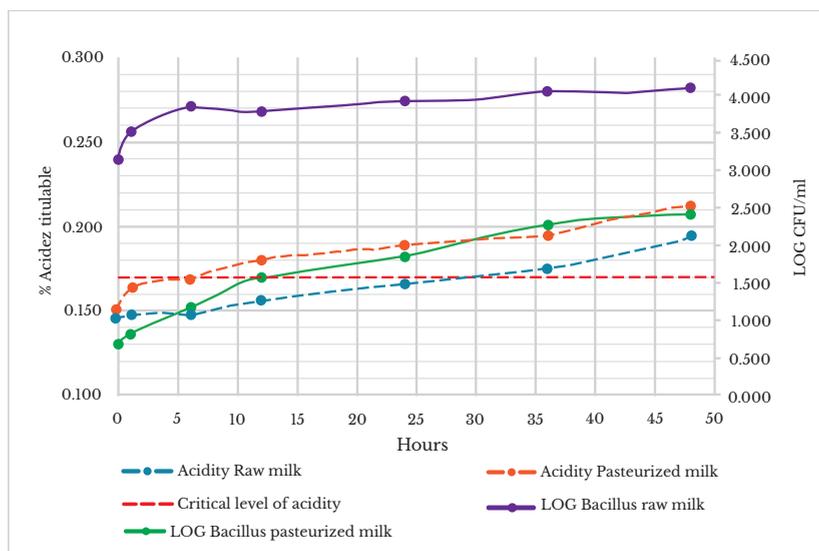
La Figura 1 muestra los resultados del contenido de proteínas. En la leche cruda, la concentración de proteínas comenzó a disminuir gradualmente después de las 24 horas, reflejando la actividad proteolítica de *Bacillus* spp. presente. En la leche pasteurizada, el contenido proteico también mostró una disminución significativa entre las horas 24 y 48, lo que sugiere que, aunque la pasteurización reduce la carga microbiana inicial, las esporas de *Bacillus* spp. sobrevivientes continuaron afectando las proteínas, provocando su descomposición y pérdida de estabilidad en la leche.

Figura 1. Contenido de proteína y *Bacillus* spp.

**Nota.** ME  $\pm$  DE (Media  $\pm$  Desviación Estándar). Las letras diferentes “w-z” en la misma fila indican diferencias significativas dentro de cada tratamiento en cada hora ( $P < 0.05$ ). “ns” en la misma columna indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en cada hora ( $P > 0.05$ ). “NS” en la misma fila indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en cada hora ( $P > 0.05$ ). C.V: Los coeficientes de variación en una fila representan el tratamiento en diferentes horas y, en las columnas, representan la misma hora en diferentes tratamientos. Past: Pasteurizado.  
Fuente: Elaboración propia.

### Biodinámica de la acidez titulable y *Bacillus* spp.

La acidez titulable en la leche cruda (Figura 2) mostró un aumento gradual, superando el límite crítico a partir de la hora 24. Esto reflejó una rápida descomposición y pérdida de

Figura 2. Acidez titulable (ATECAL) y *Bacillus* spp.

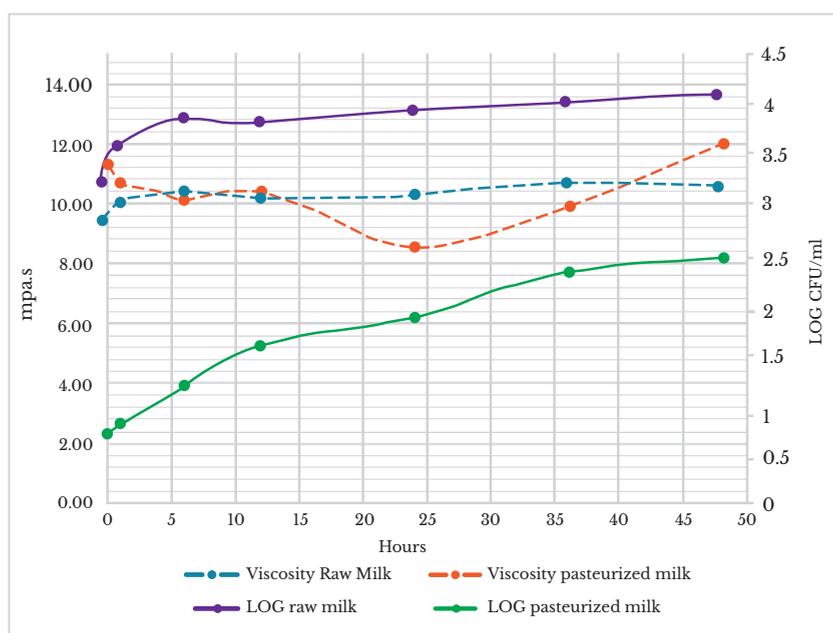
**Nota.** El eje “X” representa las horas de los tratamientos, el eje “Y” izquierdo representa la acidez titulable expresada en ácido láctico (TAEAL), y el eje “Y” derecho representa la carga microbiana expresada en logaritmos de UFC/ml. Las líneas punteadas representan la acidez titulable en los tratamientos y las líneas sólidas representan los microorganismos *Bacillus* en LOG UFC/ml.  
Fuente: Elaboración propia.

calidad debido a la actividad de *Bacillus* spp., una bacteria formadora de esporas capaz de sobrevivir en condiciones adversas y producir enzimas que descomponen proteínas y grasas, liberando ácidos que incrementan la acidez (Li et al. 2023). Estas enzimas, como proteasas y lipasas, generan subproductos que no solo aumentan la acidez, sino que también afectan la textura y el sabor, acelerando el deterioro de la leche.

### Biodinámica entre viscosidad y *Bacillus* spp.

Como se muestra en la Figura 3, en la leche cruda la viscosidad se mantuvo estable durante las primeras 48 horas, lo que indica que la actividad de *Bacillus* spp. no afectó significativamente su estructura. En contraste, en la leche pasteurizada se evidenció un aumento en la viscosidad a partir de las 24 horas, lo que sugiere que las alteraciones estructurales inducidas por el tratamiento térmico, combinadas con la actividad de *Bacillus* spp., comenzaron a impactar la estabilidad estructural de la leche.

**Figura 2.** Viscosidad (mpa\*s) y *Bacillus* spp.



**Nota.** El eje “X” representa las horas de los tratamientos, el eje “Y” izquierdo representa la viscosidad, y el eje “Y” derecho representa la carga microbiana expresada en logaritmos de UFC/ml. Las líneas punteadas representan la viscosidad en los tratamientos y las líneas sólidas representan los microorganismos psicrótrofos en LOG UFC/ml.

**Fuente:** Elaboración propia.

## Discusión

### Cargas de *Bacillus* spp. a través de tratamientos de leche cruda y pasteurizada y en intervalos temporales

Los altos conteos iniciales en la leche cruda se atribuyen a la ausencia de tratamiento térmico, lo que permite que las especies nativas formadoras de esporas permanezcan activas (Heyndrickx, 2011). En contraste, los conteos iniciales más bajos en la leche pasteurizada indican que este proceso reduce significativamente la carga microbiana al eliminar las células vegetativas, aunque las esporas resistentes al calor sobreviven y pueden germinar bajo refrigeración (Liu et al. 2020).

Los resultados destacan un incremento significativo de *Bacillus* spp. en ambos tratamientos, con mayores cargas observadas en la leche cruda. Estos hallazgos resaltan la limitada efectividad de la pasteurización frente a bacterias formadoras de esporas, ya que las esporas de *Bacillus* spp. son altamente resistentes al calor. Además, la refrigeración no inhibe la multiplicación de estas bacterias psicrótrofas, lo que permite su proliferación y contribuye al deterioro de la calidad. La significancia estadística ( $P < 0.0001$ ) confirma que cada tratamiento influye de manera distinta en la proliferación de *Bacillus* spp., enfatizando la necesidad de medidas estrictas de control durante el manejo y procesamiento de la leche para minimizar los riesgos microbianos.

### Acidez Titulable Expresada como Ácido Láctico (ATECAL) en diferentes tratamientos de leche y en intervalos temporales

El análisis a través de las columnas muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos en un mismo momento. Según la Tabla 5, la marca “NS” indica que no se encontraron diferencias significativas en los niveles de acidez entre los tratamientos de leche en horas específicas. Esto significa que, a pesar de las diferencias en los tratamientos, en los tiempos marcados como “NS” el comportamiento de la acidez fue similar entre las leches cruda y pasteurizada, según el análisis de varianza (ANDEVA) realizado.

En las primeras horas de almacenamiento, la leche cruda y pasteurizada mostraron niveles similares de acidez, probablemente debido a la fase de latencia, en la que la actividad bacteriana es baja. Durante este período, las bacterias acidificantes necesitan tiempo para adaptarse antes de comenzar a producir ácido, lo que explica la ausencia de diferencias significativas iniciales en la acidez.

Jonghe et al. (2011) señala que algunas plantas receptoras o procesadoras de leche rechazan lotes cuando tienen un 0.20 % o más de acidez, ya que se generaliza erróneamente que niveles superiores al 0.18 % son de origen bacteriano. En este estudio, tanto la leche cruda como la pasteurizada mostraron una tendencia creciente en la acidez durante el almacenamiento (Tabla 5) (Hantsis-Zacharov y Halpern 2007).

La acidez en la leche cruda aumenta significativamente durante la refrigeración, principalmente debido a la actividad de lipasas y bacterias productoras de ácido, como las bacterias lácticas. En la leche pasteurizada, el tratamiento térmico inactiva la mayoría de las lipasas, lo que retrasa el aumento de acidez en comparación con la leche cruda. Sin embargo, a medida que las bacterias acidificantes proliferan, el proceso de acidificación se acelera, resultando en una mayor acidez y calidad reducida en ambas leches (Sharma et al. 2014).

Según Revilla R. (1996) entre los ácidos grasos presentes en los glicéridos, el ácido butírico es el principal responsable del sabor agradable de la crema y la mantequilla. Sin embargo, cuando se libera, genera un sabor rancio. Otros ácidos grasos, como el caproico, caprílico, cáprico y láurico, también contribuyen a sabores indeseables cuando son liberados.

Además, el aumento de la acidez en la leche cruda y pasteurizada también puede influir en la estabilidad de las proteínas y grasas, acelerando su desestabilización durante el almacenamiento. Este fenómeno se debe en parte a la interacción de los ácidos orgánicos con las micelas de caseína y los glóbulos de grasa, lo que puede dar lugar a floculación o precipitación de proteínas, afectando negativamente la textura y el valor nutricional de la leche (Brasca et al. 2017). Asimismo, los ácidos grasos liberados, además de contribuir a sabores indeseables, pueden actuar como sustratos para nuevas reacciones químicas o enzimáticas que agravan el deterioro del producto, reduciendo su vida útil y calidad sensorial. Este efecto acumulativo subraya la importancia de controlar estrictamente las condiciones de almacenamiento para minimizar el impacto de estos procesos.

## Viscosidad en diferentes tratamientos de leche y en intervalos temporales de muestreo

El aumento puede relacionarse a la presencia de lisozimas, que posiblemente controlaron la microbiota inicial en la leche (Yuan et al. 2019). En la leche pasteurizada, la viscosidad inicial es moderada, disminuyendo ligeramente antes de aumentar gradualmente con el tiempo. Este aumento puede atribuirse a las modificaciones estructurales inducidas por el tratamiento térmico y a la actividad de microorganismos sobrevivientes que interactúan con los componentes de la leche (Toss Ekmyr 2020).

La leche procesada en este experimento no fue homogeneizada industrialmente, lo que implica que los glóbulos de grasa no se redujeron en tamaño como ocurre en procesos industriales. La falta de homogeneización afecta la estabilidad de la emulsión de grasa y, por lo tanto, la consistencia y viscosidad de la leche. En condiciones no homogeneizadas, la grasa puede acumularse en la superficie o en forma de grumos, causando variaciones en la viscosidad medida con el tiempo. (Fava et al. 2013). Además, la ausencia de homogeneización permite que los microorganismos y enzimas interactúen de manera diferente con los componentes grasos, lo que puede aumentar o disminuir la viscosidad dependiendo de la actividad microbiana y la producción de EPS.

En la leche cruda, la viscosidad se mantuvo estable con el tiempo, probablemente debido a la ausencia de desestabilización de proteínas y grasas, ya que no se aplicó tratamiento térmico. Los tratamientos térmicos como la pasteurización pueden alterar la estructura natural de la leche, provocando cambios en las interacciones entre proteínas y grasas (Zamora y Ferragut 2013). Esta estabilidad en la leche cruda sugiere que, aunque los microorganismos puedan haber producido lipasas y proteasas, estas enzimas no afectaron significativamente la viscosidad bajo estas condiciones. Sin embargo, esto sigue siendo especulativo, ya que la actividad de estas enzimas podría variar según las poblaciones microbianas y las condiciones de almacenamiento.

En contraste, la viscosidad en la leche pasteurizada cambió progresivamente con el tiempo. Esta variación puede atribuirse a las alteraciones térmicas de las proteínas y las grasas causadas por la pasteurización, que pueden modificar propiedades físicas de la leche, como la estabilidad de la emulsión (Cousin 1982). Los cambios estructurales inducidos por el calor, junto con la actividad de microorganismos sobrevivientes, probablemente expliquen el aumento progresivo en la viscosidad observado en la leche pasteurizada con el paso del tiempo.

En la leche pasteurizada, el aumento progresivo de la viscosidad también podría estar relacionado con la formación de agregados proteicos inducidos por el calor, específicamente entre proteínas del suero como la beta-lactoglobulina y la kappa-caseína. Estos agregados pueden contribuir a un ligero aumento en la viscosidad con el tiempo, especialmente bajo condiciones de refrigeración, donde la movilidad molecular es limitada. Además, la pasteurización puede desencadenar interacciones secundarias entre los glóbulos de grasa y las micelas de caseína, alterando la dinámica de la matriz láctea y promoviendo una mayor consistencia en la leche procesada (Schmiedt et al. 2020). Estas interacciones estructurales, junto con la actividad residual de enzimas o microorganismos sobrevivientes, refuerzan los cambios observados en la viscosidad durante el almacenamiento.

## Precipitación de proteínas en diferentes tratamientos de leche a lo largo del tiempo

La susceptibilidad de las proteínas de la leche a cambios estructurales es mayor cuando la leche pasa por tratamientos térmicos. Como señalan estudios previos (Hiroshi S et al. 2020), el tratamiento térmico, como la pasteurización, puede causar cierta desnaturalización de proteínas, afectando su estabilidad. Además, las proteínas tienden a perder estabilidad y descomponerse más rápidamente, como se observa en la disminución de proteínas en la Tabla 7.

Las proteínas son un indicador clave de la calidad de la leche. La tendencia a la baja en el contenido proteico en la leche cruda y pasteurizada refleja un deterioro en la calidad, como lo mencionan estudios (Heyndrickx 2011). En la leche cruda, esta disminución es más rápida debido a la actividad de microorganismos que producen enzimas proteolíticas, las cuales descomponen las proteínas. En la leche pasteurizada, aunque el descenso es más lento, los cambios estructurales inducidos por el calor también afectan la estabilidad de las proteínas y las interacciones con las grasas, lo que puede alterar propiedades como la emulsión y la textura (Pereda et al. 2007).

### **Tendencias en la biodinámica entre tratamientos y análisis químico biodinámica del contenido de proteína y *Bacillus* spp.**

La disminución del contenido de proteínas en ambos tratamientos puede atribuirse a la actividad de enzimas proteolíticas producidas por *Bacillus* spp., como las proteasas termoestables, que permanecen activas incluso después de la pasteurización. Estas enzimas descomponen las cadenas proteicas, generando péptidos más pequeños y aminoácidos libres, lo que no solo reduce la estabilidad de la leche, sino que también afecta su valor nutricional y funcionalidad. Este proceso de proteólisis, además, puede favorecer la formación de precipitados y alterar la textura, destacando la importancia de minimizar la actividad de estas bacterias mediante un manejo adecuado y tiempos de almacenamiento controlados (Meng et al. 2017).

### **Biodinámica de la acidez titulable y *Bacillus* spp.**

En contraste, la leche pasteurizada superó este límite del 0.17 % mucho antes, desde la hora 12. Esto sugiere que, aunque la pasteurización inactiva una gran parte de las bacterias vegetativas, las esporas de *Bacillus* spp., resistentes al calor, sobreviven al tratamiento térmico y germinan durante el almacenamiento. La rápida proliferación de estas bacterias después del tratamiento puede atribuirse a la ausencia de competencia microbiana, lo que les permite desarrollarse más rápidamente en comparación con la leche cruda. Además, el calor de la pasteurización puede alterar la capacidad tampón de la leche, facilitando el aumento de acidez (Perin 2012). Estos resultados subrayan la importancia de implementar controles estrictos durante el almacenamiento y procesamiento de la leche para minimizar los riesgos asociados con la actividad de bacterias resistentes como *Bacillus* spp. Estudios adicionales han demostrado que la calidad y estabilidad de la leche se ven significativamente influenciadas por las condiciones de almacenamiento, destacando la necesidad de limitar el tiempo entre el ordeño y el procesamiento para reducir el impacto de estas bacterias (Kuo y Gunasekaran 2009).

### **Biodinámica entre viscosidad y *Bacillus* spp.**

El aumento de viscosidad en la leche pasteurizada puede estar relacionado con la interacción de las proteínas desnaturalizadas durante el tratamiento térmico y la actividad enzimática residual de *Bacillus* spp. Estas bacterias pueden producir exopolisacáridos (EPS), compuestos que contribuyen al espesor y la consistencia de la leche, afectando su estructura física. Además, la alteración de las micelas de caseína y la emulsión de grasa tras la pasteurización facilita estos cambios estructurales, lo que explica el incremento progresivo en la viscosidad observado a lo largo del tiempo (Fox y McSweeney 2015).

## **Conclusiones**

La descomposición de la leche durante el almacenamiento refrigerado está fuertemente influenciada por la actividad de bacterias resistentes al calor, como *Bacillus* spp., que pueden sobrevivir y proliferar incluso en condiciones de baja temperatura. Estas bacterias generan un impacto significativo en las propiedades fisicoquímicas de la leche, promoviendo la descomposición de proteínas (proteólisis), el aumento de la acidez y

alteraciones sensoriales como cambios en el sabor y la textura. Estos procesos no solo reducen la calidad nutricional de la leche, sino que también acortan su vida útil. Según los resultados de este estudio, pasteurizar la leche dentro de las primeras 24 horas de refrigeración es fundamental para minimizar la actividad bacteriana y evitar un deterioro acelerado. Después de este período, la proliferación de estos microorganismos contribuye de manera crítica a la degradación de la calidad del producto, lo que puede generar pérdidas económicas y dificultades para mantener estándares de inocuidad.

Si bien las buenas prácticas de ordeño, como la higiene en el manejo del ganado y los equipos, son esenciales para reducir las cargas bacterianas iniciales, este estudio confirma que estas medidas por sí solas no son suficientes para garantizar la estabilidad de la leche cruda. Los microorganismos resistentes al calor, como *Bacillus* spp., tienen la capacidad de persistir y multiplicarse durante el almacenamiento refrigerado previo a la pasteurización. La actividad de estas bacterias puede comprometer seriamente la calidad del producto final, al provocar cambios en la composición química y las propiedades físicas de la leche. Por lo tanto, además de implementar prácticas de ordeño adecuadas, es indispensable minimizar los tiempos de espera antes de la pasteurización, ya que cada hora adicional en refrigeración favorece la proliferación de microorganismos responsables del deterioro. Esta estrategia resulta clave para preservar tanto la calidad sensorial como la microbiológica de la leche.

El deterioro de la leche a lo largo del tiempo se debe principalmente a la actividad de bacterias que comprometen su calidad química al aumentar la proteólisis y la acidez. Este fenómeno no solo afecta las propiedades nutricionales de la leche, sino que también altera sus características sensoriales, como el sabor y la textura, lo que la hace menos atractiva para los consumidores. El almacenamiento prolongado antes de la pasteurización agrava estos efectos, ya que proporciona un entorno favorable para la proliferación de bacterias resistentes al calor, las cuales contribuyen significativamente al deterioro del producto. Reducir al máximo los tiempos previos a la pasteurización es crucial para preservar la calidad de la leche, garantizar su estabilidad y prolongar su vida útil. Este enfoque es esencial para mantener estándares de inocuidad y competitividad en la cadena de suministro lácteo.

## Agradecimientos

Un profundo agradecimiento a la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano por el acceso a sus instalaciones y recursos. Agradecemos especialmente a nuestros asesores, M.Sc. Ligia Luna y PhD. Luis Maldonado, por su guía y apoyo intelectual en cada etapa del proyecto, así como a los asistentes de laboratorio que colaboraron con dedicación en el desarrollo de los experimentos. Finalmente, extendemos nuestro reconocimiento al gobierno de Honduras, a través de SEDESOL, por el apoyo económico brindado durante nuestra formación en Zamorano, lo que hizo posible la culminación de este trabajo.

## Referencias

- Brasca, M., Decimo, M., Morandi, S., Machado, S. G., Bagliniere, F. y Vanetti, M. C. D. 2017. "Psychrotrophic bacteria". En P. Poltronieri (Ed.), *Microbiology in Dairy Processing* 37-61. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119115007.ch3>
- Capodifoglio, E., Centola Vidal, A. M., Santos Lima, J. A., Bortoletto, F., D'Abreu, L. F., Gonçalves, A. C. S., Vaz, A. C. N., Balieiro, J. C. de C., & Saran Netto, A. 2016. (Lipolytic and proteolytic activity of *Pseudomonas* spp. isolated during milking and storage of refrigerated raw milk). *Journal of Dairy Science* 99, núm. 7: 5214–5223. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10453>

- Cousin, M. A. 1982. (Presence and Activity of Psychrotrophic Microorganisms in Milk and Dairy Products: A Review 1). *Journal of Food Protection* 45 núm. 2: 172–207. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-45.2.172>
- Fava, L. W., Serpa, P., Külkamp-Guerreiro, I. C. y Pinto, A. T. 2013. “Evaluation of viscosity and particle size distribution of fresh, chilled and frozen milk of Lacaune ewes”. *Small Ruminant Research* 113, núm. 1: 247–250. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.03.010>
- Gopal, N., Hill, C., Ross, P. R., Beresford, T. P., Fenelon, M. A. y Cotter, P. D. 2015. “The Prevalence and Control of Bacillus and Related Spore-Forming Bacteria in the Dairy Industry”. *Frontiers in Microbiology* 6, 1418. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01418>
- Hantsis-Zacharov, E. y Halpern, M. 2007. “Culturable psychrotrophic bacterial communities in raw milk and their proteolytic and lipolytic traits”. *Applied and Environmental Microbiology* 73, núm. 22: 7162–7168. <https://doi.org/10.1128/AEM.00866-07>
- Heyndrickx, M. 2011. “The Importance of Endospore-Forming Bacteria Originating from Soil for Contamination of Industrial Food Processing”. *Applied and Environmental Soil Science* 1–11. <https://doi.org/10.1155/2011/561975>
- Hiroshi S, H., Guemra, S., Bosso, A., Pádua A, É. de y Rodrigo Ito M, L. 2020. “Reducción de proteínas y glucosa por reacción de Maillard en leche con lactosa hidrolisada”. *Revista Chilena De Nutrición* 47, núm. 1: 14–21. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000100014>
- Jonghe, V. de, an Coorevits, van Hoorde, K., Messens, W., van Landschoot, A., Vos, P. de y Heyndrickx, M. 2011. “Influence of storage conditions on the growth of Pseudomonas species in refrigerated raw milk”. *Applied and Environmental Microbiology* 77, núm. 2: 460–470. <https://doi.org/10.1128/aem.00521-10>
- Kuo, M.-I. y Gunasekaran, S. 2009. “Effect of freezing and frozen storage on microstructure of Mozzarella and pizza cheeses. LWT”. *Food Science and Technology* 42, núm. 1: 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.07.003>
- Lan, X., Wu, S., Du, Q. y Min, L. 2024. “The Investigation of Changes in Bacterial Community of Pasteurized Milk during Cold Storage”. *Foods (Basel, Switzerland)* 13, núm. 3: <https://doi.org/10.3390/foods13030451>
- Li, Y., Weng, P., Wu, Z. y Liu, Y. 2023. “Extending the Shelf Life of Raw Milk and Pasteurized Milk with Plantaricin FB-2”. *Foods (Basel, Switzerland)* 2, núm. 3: <https://doi.org/10.3390/foods12030608>
- Liu, X.-Y., Hu, Q., Xu, F., Ding, S.-Y. y Zhu, K. 2020. “Characterization of Bacillus cereus in Dairy Products in China”. *Toxins* 12, núm. 7: <https://doi.org/10.3390/toxins12070454>
- Meer, R. R., Baker, J., Bodyfelt, F. W. y Griffiths, M. W. 1991. “Psychrotrophic Bacillus spp. In Fluid Milk Products: A Review”. *Journal of Food Protection* 54, núm. 12: 969–979. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-54.12.969>
- Meng, L., Zhang, Y., Liu, H., Zhao, S., Wang, J. y Zheng, N. 2017. “Characterization of Pseudomonas spp. And Associated Proteolytic Properties in Raw Milk Stored at Low Temperatures”. *Frontiers in Microbiology* 8, 2158. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02158>
- Morandi, S., Pica, V., Masotti, F., Cattaneo, S., Brasca, M., Noni, I. de y Silvetti, T. 2021. “Proteolytic Traits of Psychrotrophic Bacteria Potentially Causative of Sterilized Milk

Instability: Genotypic, Phenotypic and Peptidomic Insight”. *Foods (Basel, Switzerland)* 10, núm. 5: <https://doi.org/10.3390/foods10050934>

- Pereda, J., Ferragut, V [V.], Quevedo, J. M., Guamis, B. y Trujillo, A. J. 2007. “Effects of ultra-high pressure homogenization on microbial and physicochemical shelf life of milk”. *Journal of Dairy Science* 90, núm. 3: 1081–1093. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71595-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71595-3)
- Perin, L. M. 2012. “Intereference of storage temperatures in the development of mesophilic, psychrotrophic, lipolytic and proteolytic microbiota of raw milk”. *Semina: Ciências Agrárias* 33, núm. 1: 333–342. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p333>
- Poltronieri, P. (Ed.). 2017. *Microbiology in Dairy Processing*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119115007>
- Revilla R., A. 1996. *Tecnología de la leche* (3. ed. rev). Escuela Agrícola Panamericana.
- Schmiedt, J. A., Tadielo, L. E., Bellé, T. H., Rodrigues, C. D., Montanhini, M. T. M., Barcellos, V. C. y Bersot, L. D. S. 2020. “Influence of time and storage temperature on raw milk deteriorating microbiota”. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 57(1), e156883. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2020.156883>
- Sharma, P., Bremer, P., Oey, I. y Everett, D. W. 2014. “Bacterial inactivation in whole milk using pulsed electric field processing”. *International Dairy Journal* 35, núm. 1: 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.10.005>
- Tirloni, E., Stella, S., Celandroni, F., Mazzantini, D., Bernardi, C. y Ghelardi, E. 2022. “Bacillus cereus in Dairy Products and Production Plants”. *Foods (Basel, Switzerland)* 11, núm. 17. <https://doi.org/10.3390/foods11172572>
- Toss Ekmyr, E. 2020. *Total Proteolysis in Bovine Raw Bulk Milk of Northern Sweden*. Swedish University of Agricultural Sciences. [https://stud.epsilon.slu.se/16358/4/toss\\_ekmyr\\_e\\_210105%20%281%29.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/16358/4/toss_ekmyr_e_210105%20%281%29.pdf)
- United Nations Environment Programme. 2024. Optimizing food processing to reduce waste and achieve the Sustainable Development Goals. <https://www.unep.org>
- Wehr, H. M. y Frank, J. F. 2004. *Standard Methods for the Examination of Dairy Products* (17th edition). American Public Health Association.
- Yalaw, K., Pang, X., Huang, S., Zhang, S., Yang, X., Xie, N., Wang, Y., Lv, J. y Li, X. 2024. “Recent Development in Detection and Control of Psychrotrophic Bacteria in Dairy Production: Ensuring Milk Quality”. *Foods (Basel, Switzerland)* 13, núm. 18. <https://doi.org/10.3390/foods13182908>
- Yuan, L., Sadiq, F. A., Burmølle, M., Wang, N. I. y He, G. 2019. “Insights into Psychrotrophic Bacteria in Raw Milk: A Review”. *Journal of Food Protection* 82, núm. 7: 1148–1159. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-032>
- Zamora, A. y Ferragut, V [V] 2013. “Changes in rheology and microstructure of skim Changes in rheology and microstructure of skim milk during refrigerated storage: Impact of acidification and microbial growth”. *International Dairy Journal* 2, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2012.12.007>
- Zarei, M., Elmi Anvari, S., Maktabi, S., Saris, P. E. J., & Yousefvand, A. 2023. “Identification, proteolytic activity quantification and biofilm-forming characterization of Gram-positive, proteolytic, psychrotrophic bacteria isolated from cold raw milk”. *Plos one* 18, núm. 9. e0290953.



## ARTÍCULO ORIGINAL

Calidad de la dieta y estado nutricional en personas mayores de Ojojona, Honduras junio 2024

Dietary quality and nutritional status of elderly adults, Ojojona, Honduras, June 2024

Autor: Fabiola Gracibel Corrales Cerrato

## Calidad de la dieta y estado nutricional en personas mayores de Ojojona, Honduras junio 2024

### Dietary quality and nutritional status of elderly adults, Ojojona, Honduras, June 2024

**Autor:** Fabiola Gracibel Corrales Cerrato (0009-0003-6723-4741)

**Sobre el autor:** I. Universidad Nacional Autónoma de Honduras

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 20-09-24

Aceptado/Accepted: 27-12-24

**Contacto de correspondencia:** [fabiola.corrales@unah.hn](mailto:fabiola.corrales@unah.hn).

#### Resumen

**Introducción:** El estudio tiene como objetivo analizar la relación entre la calidad de la dieta, el estado nutricional y los factores sociodemográficos de las personas mayores en seis caseríos de la aldea Aguacatal, Ojojona, Francisco Morazán, Honduras, durante junio de 2024. Dada la creciente preocupación por el envejecimiento de la población, esta investigación se centra en cómo la calidad de la dieta afecta la salud de este grupo en condición de vulnerabilidad. **Metodología:** Se utilizó un enfoque cuantitativo y no experimental, con un diseño exploratorio-correlacional y una muestra de 70 personas mayores seleccionadas mediante un muestreo probabilístico simple. Los datos fueron recolectados mediante encuestas basadas en el Mini Nutritional Assessment (MNA) y el Índice de Alimentación Saludable (IAS); y analizados con IBM SPSS con Chi cuadrado, spearman y t de students. **Resultados:** Se indicó que la calidad de la dieta no tiene relación con el estado nutricional ( $p > 0.05$ ), en cambio el rango de edad y el grado educativo si tiene relación ( $p < 0.05$ ), de acuerdo con el sexo si existe diferencia en la alimentación entre hombres y mujeres ( $p < 0.05$ ); sin embargo, no existe relación significativa entre la calidad de dieta e ingreso económico. **Conclusiones:** Estos hallazgos destacan la necesidad de mejorar la educación nutricional y mejorar el apoyo social en las personas mayores, ya que el bajo nivel educativo y las edades más avanzadas presentan dietas de menor calidad y, por ende, deterioro en el estado nutricional de las personas mayores en zonas rurales, aunque no se haya demostrado su relación sabemos la importancia que implica. Se sugiere intervención en políticas públicas para mejorar la disponibilidad de información para ayudar a reducir los riesgos de malnutrición en este grupo poblacional.

**Palabras clave:** Adulto mayor, dieta saludable, evaluación nutricional

## Resumen

**Introducción:** The study aims to analyze the relationship between diet quality, nutritional status, and sociodemographic factors among older adults in six hamlets of the Aguacatal village, Ojojona, Francisco Morazán, Honduras, during June 2024. Given the growing concern about population aging, this research focuses on how diet quality affects the health of this vulnerable group. **Methodology:** A quantitative and non-experimental approach was used, with an exploratory-correlational design and a sample of 70 older adults selected through simple probabilistic sampling. Data were collected using surveys based on the Mini Nutritional Assessment (MNA) and the Healthy Eating Index (HEI) and analyzed with IBM SPSS using chi-square, Spearman, and Student's t-tests. **Results:** The findings indicated that diet quality is not related to nutritional status ( $p > 0.05$ ). However, age range and educational level showed a significant relationship ( $p < 0.05$ ). According to sex, there was a difference in diet between men and women ( $p < 0.05$ ). Nevertheless, no significant relationship was found between diet quality and economic income. **Conclusions:** These findings highlight the need to improve nutritional education and social support for older adults, as lower educational levels and advanced age were associated with poorer diet quality and, consequently, worse nutritional status in rural areas. Although a direct relationship was not proven, the importance of this issue is evident. Public policy interventions are suggested to enhance information availability and help reduce malnutrition risks in this population group.

**Keywords:** Older adults, healthy diet, nutritional assessment

## Introducción

El envejecimiento poblacional es un fenómeno global que ha adquirido relevancia creciente en las últimas décadas como consecuencia de la evolución de los componentes de cambio demográfico; por ende, lo definimos como el aumento progresivo de la proporción de personas de 60 años y más con respecto a la población total (CEPAL 2022).

De acuerdo con el Boletín Sociodemográfico de la Maestría en Demografía y Desarrollo (2021), el incremento de personas longevas ha dado lugar al surgimiento de un nuevo concepto: “la cuarta edad”. Este término se conceptualiza a partir del aumento de la esperanza de vida y siendo un grupo en condición de vulnerabilidad que puede desarrollar varias comorbilidades en esta etapa, es importante dar a conocer cómo se encuentra su estado nutricional, ya que este ayuda a poder prevenir complicaciones venideras y disminuir las desigualdades sociales que prevalecen en el país debido al acceso restringido de una adecuada alimentación que afecta su estado de salud (Velásquez 2021; Ramírez et al. 2022).

A su vez, la calidad de la dieta es un determinante fundamental del estado nutricional y, por ende, de la salud y bienestar en general, especialmente en poblaciones en condición de vulnerabilidad como las personas mayores (Caraguay Sivisapa 2023). En este contexto resulta de particular relevancia, explorar cómo la dieta influye en el estado nutricional y cómo los factores sociodemográficos pueden afectar esta relación. Este estudio descriptivo correlacional se centra en los adultos mayores de la tercera y cuarta edad de la aldea El Aguacatal, en los caseríos El Carrizal, El Rodeo, Guacipilin, La Arena y Los Tablones, que se ubican dentro del municipio de Ojojona del departamento de Francisco Morazán en Honduras, durante junio de 2024.

Este estudio tiene como objetivo principal, analizar la relación entre la calidad de la dieta y el estado nutricional de las personas mayores, así como identificar los aspectos sociodemográficos que influyen en dicha relación y cuánto impacto generan en la persona

mayor. Dicha investigación se llevará a cabo con un diseño descriptivo correlacional, el cual permitirá no solo describir las características de la dieta y su estado nutricional, sino también la relación de las variables con los factores sociodemográficos; así como la edad, género, nivel educativo, estado civil e ingreso económico, que tienen una correlación para afectar el estado nutricional de las personas mayores.

Para alcanzar los objetivos de la investigación, en este estudio se ha planteado tres metas específicas: primero, describir las características sociodemográficas de las personas mayores considerando las variables como sexo, edad, nivel educativo, estado civil, ocupación principal e ingreso económico; segundo, evaluar el estado nutricional mediante indicadores antropométricos y dietéticos; y tercero, identificar la calidad de la dieta de los adultos mayores, evaluando la relación entre todas las variables que pueden ser determinantes en el estado nutricional y salud en general, de la población de personas mayores.

## Métodos

En dicha investigación, se realizó con un enfoque cuantitativo adecuado al método de recolección de datos. La investigación contempla un diseño no experimental, en la cual no hubo manipulación de variables, sino una observación y análisis de situaciones existentes con un alcance exploratorio-correlacional (Sampieri et al. 2014).

- **Población y muestra**

Tomando en cuenta la información de la página del Observatorio Demográfico Universitario (ODU s.f), se buscó el estado de la población igual o mayor de 60 años del censo del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de la población y vivienda del 2013 con la salida geográfica de caserío, obteniendo un total de población en la aldea El Aguacatal (municipio de Ojojona), de 86 personas entre los 6 caseríos incluyendo: El Aguacatal, El Carrizal, El Rodeo, Guacipilin, La Arena y Los Tablones. El tamaño de la muestra se determinó por medio de un barrido previo que recolecta los datos de la población de personas mayores de la tercera y cuarta edad, conformando la base de datos con la que se determinó una muestra representativa de 70 personas, utilizando un margen de error del 5 % y un nivel de confianza de 95 % con una fórmula de muestreo probabilístico aleatorio simple, dando posibilidad a todos los individuos de participar por igual y limitando el sesgo. Se considerarán a los adultos mayores de sexo femenino y/o masculino con edad cronológica de la tercera y cuarta edad (> 60 años), que vivan dentro del territorio de la aldea El Aguacatal y sus seis caseríos; así mismo, se usó un listado de Excel en el que se le asigna un número correspondiente a cada participante de la lista.

- **Criterios de inclusión y exclusión**

Personas mayores con una edad igual o mayor a 60 años, que residan en uno de los 6 caseríos de El Aguacatal, Honduras; y personas de ambos sexos que autoricen el consentimiento para participar en el estudio de forma verbal o escrita, con independencia funcional y capacidad cognitiva adecuada para comprender el cuestionario.

- **Técnica de recolección de datos**

Se utilizó un instrumento tipo cuestionario que corresponde un conjunto de preguntas asociadas cerradas, preguntas con forma dicotómica y preguntas con respuesta múltiple (Sampieri et al. 2014). Las respuestas que fueron recolectadas por medio de la aplicación Open Data Kit (ODK). Los instrumentos utilizados dentro de la investigación conforman: un cuestionario de 10 preguntas basado en factores sociodemográficos; el Mini Nutritional Assessment (MNA), utilizado para evaluar el estado nutricional del adulto mayor de la tercera y cuarta edad (Jürschik 2007). Se aplicó también el Índice de Alimentación Saludable para

medir la calidad de la dieta a través de una frecuencia de consumo. Los primeros cinco componentes se derivan de los cinco grupos principales de alimentos de la pirámide alimentaria, mientras que los otros componentes se basan en distintos aspectos de las guías alimentarias (Zapata 2020; Ortega, Pérez-Rodrigo y López-Sobaler 2015).

#### • Análisis estadístico

Como parte de la estadística descriptiva se empleó las medidas de tendencia central, para la herramienta de procesamiento de datos, se utilizó el programa de IBM SPSS Statistics versión 29.0.2.0. Utilizando la estadística inferencial para probar la hipótesis por medio del análisis paramétrico estadístico, se empleó el chi cuadrado para poder medir la relación significativa de dos variables cuando la hipótesis a refutar es correlacional y este mismo, no considera una causalidad. También se aplicó el coeficiente de Spearman para medir el tipo de relación de las variables de forma ordinal, permitiendo correlacionar las variables estadísticamente. Y se manejó la prueba t de students de muestras independientes, para un análisis que hace diferencia entre dos grupos con respecto a las variables independientes y dependientes de intervalo o razón seleccionadas (Sampieri et al. 2014).

## Resultados

Se puede observar en la Tabla 1, la relación entre el estado nutricional de las personas encuestadas utilizando el MNA y la calidad de la dieta con el índice de alimentación saludable. En ella se pudo encontrar que 31 (86.1 %) personas que tienen un estado nutricional normal necesitan cambios en la dieta; 17 (56.7 %) de las personas presentan riesgo de malnutrición, también necesitan algún cambio en su dieta; y 2 (50.0 %) personas que tienen algún tipo de malnutrición, también necesitan cambios en su dieta. Por otra parte, hay 9 (30.0 %) personas que presentan riesgo de malnutrición que tienen una alimentación poco saludable; 1 (25 %) persona que tiene malnutrición, la cual tiene una dieta poco saludable y, de igual manera, se encontró 1 (25 %) persona que es saludable. De acuerdo con la relación entre ambas variables, se identifica una significancia de chi cuadrado ( $p = 0.69$ ) mayor a 0.05, indicando que no existe significancia estadística entre la calidad de dieta y el estado nutricional de las personas adulto mayor encuestadas, ni grado de asociación por la significancia de spearman ( $p = 0.062$ ), por lo que no se refuta la hipótesis nula.

**Tabla 1.** Relación del estado nutricional y calidad de la dieta de la población de adultos mayores encuestada de la aldea El Aguacatal, junio 2024

	Estado nutricional								Análisis estadístico	
	Malnutrición		Riesgo de malnutrición		Estado nutricional normal		Total			
	N	%	N	%	N	%	N	%		
IAS	Poco saludable	1	25.0 %	9	30.0 %	4	11.1 %	14	20.0 %	$p=0.69$ $s=0.062$ $s(\text{sig})=0.062$
	Necesita cambios	2	50.0 %	17	56.7 %	31	86.1 %	50	71.4 %	
	Saludable	1	25.0 %	4	13.3 %	1	2.8 %	6	8.6 %	
Total	4	100.0 %	30	100.0 %	36	100.0 %	70	100.0 %		

**Fuente:** Corrales 2024

**Nota:**  $p=\text{sig.}$  (bilateral) de chi cuadrado de pearson,  $s$  = Coeficiente de Spearman y  $s(\text{sig})$  = significancia (bilateral) de spearman.

De acuerdo con la relación entre las características sociodemográficas de la población encuestada y la calidad de la dieta medido con el Índice de Alimentación Saludable. Al identificar el chi cuadrado de pearson para la variable de sexo ( $p = 0.037$ ), se evidencia que existe relación significativa, por lo que se refuta la hipótesis nula. En cambio, al identificar que el chi cuadrado de pearson para la variable de estado civil ( $p = 0.503$ ), estado de

acompañamiento ( $p = 0.924$ ), ocupación principal ( $p = 0.110$ ) e ingreso económico ( $p = 0.101$ ), no existe relación estadísticamente significativa con la calidad de la dieta, por lo que no se refuta la hipótesis nula.

En comparación del sexo con su calidad de la dieta, se demostró con su significancia en la prueba t de students ( $t = 0.011$ ) que, si existen diferencias estadísticamente significativas de la calidad de la dieta de los hombres y las mujeres, lo que indica las mujeres tiene mejor alimentación que los hombres, por lo que la hipótesis nula se refuta. En el estado de acompañamiento y la significancia en la prueba t de students ( $p = 0.972$ ), indica que no hay diferencias estadísticamente significativas si la persona vive acompañada o no, y su calidad de dieta, por lo que no se refuta la hipótesis nula. También al analizar las variables ordinales con el coeficiente de spearman, la significancia de la variable de rango de edad ( $p = 0.120$ ), grado educativo ( $p = 0.159$ ) e ingreso económico ( $p = 0.502$ ) indica que no existe nivel de relación con la calidad de la dieta, por lo que no se refuta la hipótesis nula.

**Tabla 2.** Relación del estado nutricional y factores sociodemográficos de la población de adultos mayores encuestada de la aldea El Guacatal, junio 2024

Sexo	Estado nutricional						Total		Análisis estadístico
	Malnutrición		Riesgo de malnutrición		Estado nutricional normal		N	%	
	N	%	N	%	N	%			
Mujer	2	5.7 %	17	48.6 %	16	45.7 %	35	50.0 %	$p^a=0.613$ $t=-0.363$
Hombre	2	5.7 %	13	37.1 %	20	57.1 %	35	50.0 %	$p^c=0.359$
Total	4	5.7 %	30	42.9 %	36	51.4 %	70	100.0 %	

Rango de edad del adulto mayor	Estado nutricional						Total		Análisis estadístico
	Malnutrición		Riesgo de malnutrición		Estado nutricional normal		N	%	
	N	%	N	%	N	%			
60-70	2	50.0 %	19	63.3 %	26	72.2 %	47	67.1 %	$p^a=0.002^*$
71-80	1	25.0 %	10	33.3 %	6	16.7 %	17	24.3 %	$s=-0.105$
81-90	0	0.0 %	1	3.3 %	4	11.1 %	5	7.1 %	$p^b=0.388$
Más de 90	1	25.0 %	0	0.0 %	0	0.0 %	1	1.4 %	
Total	4	100.0 %	30	100.0 %	36	100.0 %	70	100.0 %	

Grado educativo	Estado nutricional						Total		Análisis estadístico
	Malnutrición		Riesgo de malnutrición		Estado nutricional normal		N	%	
	N	%	N	%	N	%			
Ninguno	1	25.0 %	1	3.3 %	4	11.1 %	6	8.6 %	$p^a=0.072$
Primaria incompleta	2	50.0 %	18	60.0 %	9	25.0 %	29	41.4 %	$s=0.255$
Primaria completa	0	0.0 %	5	16.7 %	5	13.9 %	10	14.3 %	$p^b=0.033^*$
Secundaria incompleta	1	25.0 %	0	0.0 %	3	8.3 %	4	5.7 %	
Secundaria completa	0	0.0 %	3	10.0 %	10	27.8 %	13	18.6 %	
Universitario	0	0.0 %	3	10.0 %	5	13.9 %	8	11.4 %	
Total	4	100.0 %	30	100.0 %	36	100.0 %	70	100.0 %	

Estado Civil	Estado nutricional						Total		Análisis estadístico
	Malnutrición		Riesgo de malnutrición		Estado nutricional normal		N	%	
	N	%	N	%	N	%			
Soltero	1	25.0 %	12	40.0 %	14	38.9 %	27	38.6 %	

Casado	0	0.0 %	10	33.3 %	11	30.6 %	21	30.0 %	p <sup>a</sup> =0.405	
Divorciado	0	0.0 %	0	0.0 %	2	5.6 %	2	2.9 %		
Unión libre	2	50.0 %	3	10.0 %	4	11.1 %	9	12.9 %		
Viudo	1	25.0 %	5	16.7 %	5	13.9 %	11	15.7 %		
Total	4	100.0 %	30	100.0 %	36	100.0 %	70	100.0 %		
Estado de Acompañamiento	Estado nutricional						Total	Análisis estadístico	p <sup>a</sup> =0.425 t=-0.829 p <sup>c</sup> =0.205	
	Malnutrición		Riesgo de malnutrición		Estado nutricional normal					
	N	%	N	%	N	%	N	%		
	No	3	75.0 %	20	66.7 %	19	52.8 %	42		60.0 %
	Si	1	25.0 %	10	33.3 %	17	47.2 %	28		40.0 %
Total	4	100.0 %	30	100.0 %	36	100.0 %	70	100.0 %		
Ocupación Principal del Adulto Mayor	Estado nutricional						Total	Análisis estadístico	p <sup>a</sup> =0.199	
	Malnutrición		Riesgo de malnutrición		Estado nutricional normal					
	N	%	N	%	N	%	N	%		
	Pensionado	0	0.0 %	2	6.7 %	3	8.3 %	5		7.1 %
	Comerciante	0	0.0 %	7	23.3 %	4	11.1 %	11		15.7 %
	Agricultor	0	0.0 %	1	3.3 %	1	2.8 %	2		2.9 %
	Ama de casa	1	25.0 %	6	20.0 %	9	25.0 %	16		22.9 %
	Desempleado	2	50.0 %	1	3.3 %	2	5.6 %	5		7.1 %
	Jubilado	0	0.0 %	7	23.3 %	6	16.7 %	13		18.6 %
	Otros	1	25.0 %	6	20.0 %	11	30.6 %	18		25.7 %
Ingreso económico o mensual	Estado nutricional						Total	Análisis estadístico	p <sup>a</sup> =0.498 s=0.095 p <sup>b</sup> =0.435	
	Malnutrición		Riesgo de malnutrición		Estado nutricional normal					
	N	%	N	%	N	%	N	%		
	Depende económicamente	3	75.0 %	5	16.7 %	11	30.6 %	19		27.1 %
	Menos de L 1 000	0	0.0 %	1	3.3 %	0	0.0 %	1		1.4 %
	L.1,000 - 2,999	1	25.0 %	5	16.7 %	3	8.3 %	9		12.9 %
	L.3,000 - 5,999	0	0.0 %	7	23.3 %	8	22.2 %	15		21.4 %
	L.6,000 - 9,999	0	0.0 %	7	23.3 %	5	13.9 %	12		17.1 %
	L.10,000 - 12,999	0	0.0 %	1	3.3 %	2	5.6 %	3		4.3 %
	Más de L.13,000	0	0.0 %	4	13.3 %	7	19.4 %	11		15.7 %
Total	4	100.0 %	30	100.0 %	36	100.0 %	70	100.0 %		

Fuente: Corrales 2024.

Nota: pa= sig. (bilateral) de chi cuadrado de pearson, s = coeficiente de spearman, pb= sig. (bilateral) de spearman, t = prueba t de students y pc = significancia de prueba de t de students de un factor \* = significancia < 0.05.

De acuerdo con la relación entre las características sociodemográficas de la población encuestada y la calidad de la dieta medido con el Índice de Alimentación saludable. Al identificar el chi cuadrado de pearson para la variable de sexo (p= 0.037), se evidencia que existe relación significativa, por lo que se refuta la hipótesis nula. En cambio, al identificar que el chi cuadrado de pearson para la variable de estado civil (p= 0.503), estado de acompañamiento (p= 0.924), ocupación principal (p = 0.110) e ingreso económico (p= 0.101), no existe relación estadísticamente significativa con la calidad de la dieta, por lo que no se refuta la hipótesis nula.

En comparación del sexo con su calidad de la dieta, se demostró con su significancia en la prueba t de students (t= 0.011) que, sí existen diferencias estadísticamente significativas de la calidad de la dieta de los hombres y las mujeres, lo que indica las mujeres tiene mejor alimentación que los hombres, por lo que la hipótesis nula se refuta. En el estado de acompañamiento y la significancia en la prueba t de students (p= 0.972), indica que no hay diferencias estadísticamente significativas si la persona vive acompañada o no, y su calidad de dieta, por lo cual no se refuta la hipótesis nula. También al analizar las variables ordinales con el coeficiente de spearman, la significancia de la variable de rango de edad (p = 0.120), grado educativo (p = 0.159) e ingreso económico (p = 0.502) indica que no existe nivel de relación con la calidad de la dieta, por lo que no se refuta la hipótesis nula.

**Tabla 3.** Relación del índice de alimentación saludable y factores sociodemográficos de la población de adultos mayores encuestada de la aldea El Aguacatal, junio 2024

Sexo	Índice de alimentación saludable						Total	Análisis estadístico	
	Poco saludable		Necesita cambios		Saludable				
	N	%	N	%	N	%			
Mujer	6	42.90 %	23	46.00 %	6	100.00 %	35	50.00 %	p <sup>a</sup> =0.037* t =2.35 p <sup>b</sup> =0.011*
Hombre	8	57.10 %	27	54.00 %	0	0.00 %	35	50.00 %	
Total	14	100.00 %	50	100.00 %	6	100.00 %	70	100.00 %	

Rango de edad del adulto mayor	Índice de alimentación saludable						Total	Análisis estadístico	
	Poco saludable		Necesita cambios		Saludable				
	N	%	N	%	N	%			
60-70	12	85.70 %	32	64.00 %	3	50.00 %	47	67.10 %	p <sup>a</sup> =0.503 s=0.188
71-80	1	7.10 %	13	26.00 %	3	50.00 %	17	24.30 %	
81-90	1	7.10 %	4	8.00 %	0	0.00 %	5	7.10 %	p <sup>b</sup> =0.120
Más de 90	0	0.00 %	1	2.00 %	0	0.00 %	1	1.40 %	
Total	14	100.00 %	50	100.00 %	6	100.00 %	70	100.00 %	

Grado educativo	Índice de alimentación saludable						Total	Análisis estadístico	
	Poco saludable		Necesita cambios		Saludable				
	N	%	N	%	N	%			
Ninguno	1	7.10 %	5	10.00 %	0	0.00 %	6	8.60 %	p <sup>a</sup> =0.889 s=0.159
Primaria incompleta	7	50.00 %	20	40.00 %	2	33.30 %	29	41.40 %	
Primaria completa	3	21.40 %	6	12.00 %	1	16.70 %	10	14.30 %	p <sup>b</sup> =0.189
Secundaria incompleta	1	7.10 %	3	6.00 %	0	0.00 %	4	5.70 %	
Secundaria completa	2	14.30 %	9	18.00 %	2	33.30 %	13	18.60 %	
Universitario	0	0.00 %	7	14.00 %	1	16.70 %	8	11.40 %	
Total	14	100.00 %	50	100.00 %	6	100.00 %	70	100.00 %	

Estado Civil	Índice de alimentación saludable						Total	Análisis estadístico	
	Poco saludable		Necesita cambios		Saludable				
	N	%	N	%	N	%			
Soltero	8	57.10 %	18	36.00 %	1	16.70 %	27	38.60 %	
Casado	3	21.40 %	15	30.00 %	3	50.00 %	21	30.00 %	
Divorciado	1	7.10 %	1	2.00 %	0	0.00 %	2	2.90 %	
Unión libre	2	14.30 %	7	14.00 %	0	0.00 %	9	12.90 %	
Viudo	0	0.00 %	9	18.00 %	2	33.30 %	11	15.70 %	
Total	14	100.00 %	50	100.00 %	6	100.00 %	70	100.00 %	

Estado de acompañamiento	Índice de alimentación saludable						Total	Análisis estadístico	
	Poco saludable		Necesita cambios		Saludable				
	N	%	N	%	N	%			
No	8	57.10 %	30	60.00 %	4	66.70 %	42	60.00 %	p <sup>a</sup> =0.924 t=-0.352
Si	6	42.90 %	20	40.00 %	2	33.30 %	28	40.00 %	
Total	14	100.00 %	50	100.00 %	6	100.00 %	70	100.00 %	p <sup>c</sup> =0.36

Ocupación principal del adulto	Índice de alimentación saludable						Total	Análisis estadístico	
	Poco saludable		Necesita cambios		Saludable				
	N	%	N	%	N	%			
Pensionado	1	7.10 %	3	6.00 %	1	16.70 %	5	7.10 %	
Comerciante	3	21.40 %	8	16.00 %	0	0.00 %	11	15.70 %	
Agricultor	1	7.10 %	1	2.00 %	0	0.00 %	2	2.90 %	
Ama de casa	1	7.10 %	11	22.00 %	4	66.70 %	16	22.90 %	
Desempleado	0	0.00 %	5	10.00 %	0	0.00 %	5	7.10 %	
Jubilado	1	7.10 %	11	22.00 %	1	16.70 %	13	18.60 %	
Otros	7	50.00 %	11	22.00 %	0	0.00 %	18	25.70 %	

Ingreso económico o mensual	Índice de alimentación saludable						Total	Análisis estadístico	
	Poco saludable		Necesita cambios		Saludable				
	N	%	N	%	N	%			
Depende económicamente	1	7.10 %	16	32.00 %	2	33.30 %	19	27.10 %	p <sup>a</sup> =0.101 s=0.82
Menos de L 1 000	1	7.10 %	0	0.00 %	0	0.00 %	1	1.40 %	
L 1 000 - 2 999	3	21.40 %	5	10.00 %	1	16.70 %	9	12.90 %	p <sup>b</sup> =0.502
L 3 000 - 5 999	2	14.30 %	12	24.00 %	1	16.70 %	15	21.40 %	
L 6 000 - 9 999	6	42.90 %	5	10.00 %	1	16.70 %	12	17.10 %	
L 10 000 - 12 999	1	7.10 %	2	4.00 %	0	0.00 %	3	4.30 %	
Más de L 13 000	0	0.00 %	10	20.00 %	1	16.70 %	11	15.70 %	
Total	14	100.00 %	50	100.00 %	6	100.00 %	70	100.00 %	

Fuente: Corrales 2024.

Nota: pa= sig. (bilateral) de chi cuadrado de pearson, s = coeficiente de spearman, pb= sig. (bilateral) de spearman, t = prueba t de students y pc = significancia de prueba de t de students de un factor y \* = significancia <0.05.

## Discusión

La valoración del estado nutricional utilizando el MNA en la población encuestada, se encontró que 36 (51.43 %) personas se encontraban con un estado nutricional normal, 30 (42.86 %) personas tenían un riesgo de malnutrición, ya sea por desnutrición o por excesos, y solo 4 (5.71 %) personas tenían algún tipo de malnutrición. Estos resultados se contrarrestan con la investigación realizada con 180 personas mayores de 60 años en Perú, la cual utilizó el MNA para la evaluación; dicha investigación encontró que 20 % de los pacientes atendidos en el hospital estaban bien nutridos, 57.20 % estaban en riesgo de malnutrición y 22.80 % estaban desnutridos (Gil, Emilio, y Olza 2015). Otra investigación realizada en Costa Rica con un total de 99 personas mayores, se encontró que el 86.9 % de las personas evaluadas presentó un estado nutricional satisfactorio de acuerdo con el MNA, un 12.1 % se encontraban en riesgo de desnutrición y solo un 1.0 % se encontró en desnutrición (Aquino 2020). Un buen estado nutricional trae beneficios a largo plazo, considerando que las personas mayores son un grupo en condición de vulnerabilidad y se ven más incrementadas las probabilidades de desarrollar comorbilidades que afecten directa o indirectamente su estado nutricional o viceversa (Ramírez, 2022; Reyes-Barboza y Ortiz-Acosta 2020).

En comparación con otra investigación de 176 personas mayores de Perú, donde utilizaron encuestas semicuantitativas, con la ayuda del MNA, para evaluar el estado nutricional y la frecuencia de consumo de alimentos (CFCAS), se encontró una significancia entre ambas variables cuyo valor de P de chi cuadrado fue 0.046 (Mamani, Illanes y Luizaga 2019). Mismo resultado se obtuvo de una investigación con una población de 100 adultos mayores, usando una encuesta alimentaria y el IMC como evaluación del estado nutricional, del cual se obtuvo una prueba de chi cuadrado de 0.05 (Códova y Benites 2020). Las diferencias en los resultados al compararlo con otras investigaciones, estuvieron más marcadas por la diferencia entre las muestras, siendo más representativa en las demás investigaciones; a su vez, puede deberse al hecho que solo el 30 % de las personas que presentaban riesgo de malnutrición tenían una dieta poco saludable, lo cual el 56.7 % solo necesitaba cambios en su dieta, comparado con otro estudio donde el 70.1 % tenía una alimentación inadecuada (Pérez Vásquez 2022).

Las relaciones entre el estado nutricional y los factores sociodemográficos que se obtuvieron en esta investigación, coinciden con otro estudio donde el nivel de escolaridad y ocupación, sí mantienen relación con el estado nutricional. Por otro lado, al estimar el riesgo de algunas de las variables sociodemográficas se estableció que tener menor edad y no tener riesgo económico es factor protector para desarrollar malnutrición por déficit, ser hombre representa 1.6 veces más de riesgo (Guevara 2021); que si bien es cierto, el ingreso económico ayuda a que una persona puede tener acceso a una mejor alimentación (Chavarría 2021), se demuestra que no determina el estado nutricional, sino más bien el grado educativo permite tener más conocimientos. Según Reyes-Barboza y Ortiz-Acosta (2020), mencionan que otras personas ante un bajo nivel educativo, no conocen de nutrición y esto influye tanto en sus hábitos como en su estado nutricional. Otra investigación de Medellín, Colombia en la que se evaluó el IMC de los adultos mayores con respecto al sexo, se asoció significativamente ( $p < 0.001$ ), lo cual se explica que debido a los cambios hormonales propios del sexo (aumento de andrógenos, cortisol y alteraciones propias de la menopausia) y el envejecimiento; así como los estilos de vida que predispone a las mujeres al aumento de peso. También se compararon los puntajes del IMC y MNA según grupos de edad con los rangos de Spearman, en el cual se encontró una asociación significativa ( $p < 0.05$ ), siendo las medianas más bajas en edades mayores de 75 años (Giraldo-Giraldo, et al. 2023). De acuerdo al Boletín Sociodemográfico de la Maestría en Demografía y Desarrollo, la herencia genética juega un papel importante, pero la longevidad también está relacionada con otros determinantes sociales, entre los cuales figura: buenos hábitos alimenticios, actividad física, acceso a servicios de salud y educación. No obstante, la calidad de la dieta en las personas mayores está estrechamente relacionada

con la disponibilidad de alimentos, fuertemente vinculada al entorno alimentario donde viven (Krishnamoorthy et al. 2018; Martínez 2021).

Los resultados entre las relaciones del índice de calidad de la dieta y los factores sociodemográficos se contrastan con un estudio realizado en Buenos Aires, Argentina en hogares de adultos mayores, donde se encontró mediante la diferencia de media y proporciones que, sí existen diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre la dieta y el ingreso promedio de los hogares, ya que los ingresos pueden aumentar la inversión en alimentos saludables que mejoren sus hábitos alimenticios (Mamani, Illanes y Luizaga 2019), en cambio otra investigación concluye que no existe correlación significativa entre el nivel socioeconómico (Panduro Guerra 2021) denotando que aún faltan muchos otros elementos a considerar más allá del ingreso monetario de la población. Por otra parte, la misma investigación también contrasta que las mujeres que viven solas, tienen un mayor riesgo a tener una mala alimentación ( $p = < 0.05$ ), debido a que en edad adulta tienen menor capacidad de mantener una dieta adecuada y no cuentan con ayudas necesarias, esto puede impedir que puedan adquirir, preparar y consumir una dieta adecuada; así mismo estos obstáculos pueden desarrollar condiciones psicológicas, como la depresión (Geri, Gutiérrez, and González 2019; Sánchez y Sánchez et al. 2022; Licona Rivera et al. 2021).

Para futuras investigaciones es necesario considerar la utilización frecuente de los datos sociodemográficos como el ingreso económico y el estado de acompañamiento junto al estado nutricional y calidad de la dieta, para evaluar el impacto de los mismos en la calidad de vida, dieta y estado nutricional de la población adulta mayor. Por otra parte se debe ahondar más sobre la variedad de la alimentación, obstáculos, creencias y prácticas alimentarias que impidan una correcta alimentación, así como la influencia de la cultura en los patrones alimenticios.

## Conclusiones

1. La calidad de la dieta de los adultos mayores en la aldea El Aguacatal es poco saludable y necesita cambios, su patrón refleja un alto consumo de azúcares refinados y cereales, mientras que el consumo de frutas, verduras y proteínas animales es moderado y, por lo cual, indica que puede afectar negativamente el estado nutricional de esta población a pesar de que los resultados no indicaran una relación estadísticamente significativa.
2. La mayoría de los adultos mayores evaluados presentan un estado nutricional normal, aunque un porcentaje significativo está en riesgo de malnutrición. Esto refleja una vulnerabilidad prevalente en esta población que podría agravarse con la edad y sumado a los factores sociodemográficos como un bajo nivel educativo, ingreso económico, falta de apoyo social y presencia de enfermedades crónicas no transmisibles.
3. La educación puede ser un factor protector importante para tener un mejor estado nutricional, ya que en medida que aumenta la edad, el riesgo de malnutrición se incrementa. También las mujeres tienden a tener una mejor calidad de dieta en comparación con los hombres. No se encontraron relaciones significativas entre otros factores sociodemográficos habiendo otros factores no identificados que podrían estar influyendo en la dieta y nutrición de esta población.

### Otros

Agradecimientos: Se agradece el apoyo técnico y metodológico de la OBSAN y el ODU brindado durante la recolección y elaboración de la tesina.

## Referencias

- Aquino Pari, Khateryn Yanina. 2020. “Estado nutricional según antropometría y mini evaluación nutricional en adultos mayores en consulta externa del Hospital Regional Honorio Delgado Espinoza, 2020”. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Agustín, UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10883>.
- Caraguay Sivilapa, Jonathan Stalyn. 2023. “Hábitos alimenticios y estado nutricional del adulto mayor en la parroquia El Cisne de la ciudad de Loja”. Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/27496>.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2022. *Envejecimiento en América Latina y el Caribe: inclusión y derechos de las personas mayores*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48567-envejecimiento-america-latina-caribe-inclusion-derechos-personas-mayores>.
- Campos de Chavarría, Johanna. 2021. “Factores sociodemográficos y su relación con el estado nutricional de adultos mayores de consulta externa del hospital ‘Dr. Juan José Fernández, zacamil’”. *Crea Ciencia* 13, núm. 2: 70-83. <https://doi.org/10.5377/creaciencia.v13i2.11823>.
- Córdova Gutiérrez, Israel Ramiro, y Mayson Samier Benites Márquez. 2022. “Relación entre estado nutricional, ingesta alimentaria y deterioro cognitivo de los adultos mayores del programa CIAM Piura junio-agosto 2020”. Tesis de grado. Universidad Católica Sedes Sapientiae. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1325>.
- Geri, Milva, Emiliano Gutiérrez y Gisela Paula González. 2019. “Patrones alimentarios de adultos mayores en una región argentina y su relación con factores socioeconómicos”. *Revista de Salud Pública* 21, núm. 6: 581-87. <https://doi.org/10.15446/rsap.v21n6.82930>.
- Gil, Ángel, Emilio Martínez de Victoria y Josune Olza. 2015. “Indicadores de evaluación de la calidad de la dieta”. *Revista Española de Nutrición Comunitaria* 21, núm. 1: 127-43. <http://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC2015supl1INDCALIDADDIETA.pdf>.
- Giraldo-Giraldo, Nubia Amparo, Alejandro Estrada-Restrepo y Gloria Cecilia Deossa-Restrepo. 2023. “Malnutrición asociada con factores sociodemográficos en adultos mayores de Medellín (Colombia)”. *Revista Ciencias de la Salud* 21, núm. 2: 1-21. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56276342005>.
- Guevara Rodriguez, Sandra Lucila. 2023. “Hábitos alimentarios y estado nutricional en adultos mayores del Centro de Salud del Distrito de Matahuasi, 2021”. Tesis de grado. Universidad Peruana Los Andes. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/6750>.
- Hernández Sampieri, Roberto, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio. 2014. *Metodología de la investigación*. Madrid: McGraw Hill España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>.
- Jürschik, Pilar. 2007. “Evaluación del estado nutricional de la población mayor de diferentes niveles asistenciales: utilidad clínica de la escala”. Tesis Doctoral. Universidad de Lérida. <https://www.tdx.cat/handle/10803/8278>.
- Krishnamoorthy, Yuvaraj, M. Vijayageetha, S. Ganesh Kumar, Sathish Rajaa, y Tanveer Rehman. 2018. “Prevalence of malnutrition and its associated factors among elderly population in rural Puducherry using mini-nutritional assessment questionnaire”. *Journal of Family Medicine and Primary Care* 7, núm. 6: 1429-1433. [https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc\\_22\\_18](https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_22_18).
- Licona Rivera, Tania Soledad, Beatriz Alejandra Reyes Morales, Raysa Andrade Conteras, Jeffrey Alejandro Vargas Navarro, Stephanie Aurora Sorto Valeriano, Isis Judith Fajardo

Hernández, y Edward Josué Raudales Vásquez. 2021. “Relación entre condición nutricional, deterioro neurocognitivo, dependencia funcional y depresión en adultos mayores, Ilama, Honduras”. *Revista Facultad de Ciencias Médicas* 18, núm. 1: 17-24. <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2021/pdf/RFCMVoll8-1-2021-5.pdf>.

- Mamani Ortiz, Yercin, Daniel Elving Illanes Velarde, y Jenny Marcela Luizaga López. 2019. “Factores sociodemográficos asociados a la malnutrición del Adulto Mayor en Cochabamba, Bolivia”. *Gaceta Médica Boliviana* 42, núm. 2: 98-105. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1012-29662019000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1012-29662019000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- Martínez Valero, Ana Pilar, Elisa Amo-Saus, Isabel Pardo-García, y Francisco Escribano-Sotos. 2021. “Calidad de la dieta en mayores de 65 años y factores socioeconómicos relacionados”. *Atención Primaria* 53, núm. 1: 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2019.12.001>.
- Observatorio Demográfico Universitario. s.f. “Indicadores de país”. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Accedido 23 de marzo de 2025. <https://sisde-odu.unah.edu.hn/sisde/#>.
- Ortega, Rosa M., Carmen Pérez-Rodrigo, y Ana M. López-Sobaler. 2015. “Métodos de evaluación de la ingesta actual: registro o diario dietético”. *Revista Española de Nutrición Comunitaria* 21, núm. 1: 34-41. <http://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC2015supl1REGISTRO.pdf>.
- Panduro Guerra, Liliana Araceli. 2021. “Factores asociados al estado nutricional del adulto mayor atendido en la Ipress 1-3 Belén de Villa Belén 2021”. Tesis de grado. Universidad Científica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.14503/1550>.
- Pérez Vásquez, Ana Nelba. 2022. “Alimentación saludable y actividad física en la calidad de vida del adulto mayor del centro de salud José Olaya, Chiclayo, 2018-2019”. Tesis de grado. Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9133>.
- Ramírez, Jaime Pajuelo, Marco Bartolo Marchena, Fernando Bravo Rebatta, Elizabeth Racacha Valladares y Rosa Agüero Zamora. 2022. “Frecuencia y factores asociados a las enfermedades crónicas no transmisibles en adultos mayores en el Perú, año 2005”. *Anales de la Facultad de Medicina* 83, núm. 4: 299-306. <https://doi.org/10.15381/anales.v83i4.24333>.
- Reyes-Barboza, Angélica y Paola Ortiz-Acosta. 2020. “Conocimientos en nutrición, hábitos alimentarios y estado nutricional de adultos mayores en San Isidro del General”. *Revista Hispanoamericana de Ciencias de la Salud* 6, núm. 3: 134-142. <https://uhsalud.com>.
- Sánchez, Andrade Camila Krupskaja y Daniela Estefanía Parra Coronel. 2022. “Estado nutricional y hábitos alimentarios de los adultos mayores entre 65 a 75 años de edad atendidos en el nivel primario del centro de Salud UNE–Totoracocha. Cuenca 2022”. Tesis de grado. Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/39392>.
- Velásquez, Adriana. 2021. *La desigualdad social en Honduras: evolución y respuesta institucional*. Honduras: CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47642-la-desigualdad-social-honduras-evolucion-respuesta-institucional>.
- Zapata, María Elisa, Ibañez Laura Moratal, y Laura Beatriz López. 2020. “Calidad de la dieta según el Índice de Alimentación Saludable: Análisis en la población adulta de la ciudad de Rosario, Argentina”. *Dieta* 38, núm. 170: 08-15. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1852-73372020000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1852-73372020000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- Zelaya, Marysabel; Jorge López y Ana Cardona. 2024. “La longevidad en Honduras: un recorrido por los años censales 1988, 2001 y 2013. *Boletín Sociodemográfico - Maestría en Demografía y Desarrollo*, núm. 1: 2-10. <https://mdd.unah.edu.hn/publicaciones/boletin-sociodemografico/>.



ARTÍCULO ORIGINAL

Actitudes y prácticas de lactancia materna en comunidades locales de Honduras

Breastfeeding attitudes and practices in local communities in Honduras

Autores: Eliab Jair Oseguera Oyuela y Nubia Celeste Rodríguez Matamoros

## Actitudes y prácticas de lactancia materna en comunidades locales de Honduras

### Breastfeeding attitudes and practices in local communities in Honduras

**Autor:** 1. Eliab Jair Oseguera Oyuela (0000-0002-9847-7979)

2. Nubia Celeste Rodríguez Matamoros (0000-0001-9707-0977)

**Sobre el autor:** 1. Oficial de investigación científica, SEDESOL

2. Investigadora independiente

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 13-02-25

Aceptado/Accepted: 07-03-25

**Contacto de correspondencia:** [eliab.oseguera@sedesol.gob.hn](mailto:eliab.oseguera@sedesol.gob.hn)

#### Resumen

**Introducción:** La lactancia materna satisface las necesidades nutricionales para el crecimiento y desarrollo del niño, tanto en el ámbito biológico, como psicosocial. El objetivo del presente estudio fue identificar las actitudes y prácticas sobre lactancia materna en madres lactantes que acuden al Centro Integral de Salud, Teupasenti, El Paraíso, octubre 2024 – febrero 2025. **Metodología:** Estudio cuantitativo, descriptivo y correlacional, enfocado en madres lactantes con niños menores de 1 año. La muestra consistió en 40 madres seleccionadas por conveniencia. Se utilizaron encuestas para evaluar las actitudes iniciales y posteriores hacia la lactancia materna, además de una guía de observación para analizar las prácticas de lactancia. También se ofrecieron talleres educativos sobre prácticas, técnicas y beneficios de la lactancia, estos se desarrollaron posterior a la encuesta inicial y se brindó acompañamiento a las madres vía teléfono. **Resultados:** El análisis de las características sociodemográficas de las madres lactantes revela que la mayoría son jóvenes, con niveles educativos bajos y relaciones estables. Tras una intervención educativa, las actitudes positivas hacia la lactancia aumentaron del 30 % al 43 %. Aunque el 83 % de las madres practican correctamente la lactancia, el 18 % muestra prácticas incorrectas, influenciadas por factores culturales y socioeconómicos. El análisis de correlación muestra que el conocimiento, la edad materna y la práctica de lactancia están positivamente relacionados con actitudes más favorables, sugiriendo que más conocimiento y mayor edad favorecen estas actitudes. **Conclusiones:** La intervención educativa aumentó las actitudes favorables hacia la lactancia materna del 30 % al 43 %, redujo las actitudes neutrales del 60 % al 50 % y disminuyó la preferencia por la fórmula infantil del 10 % al 7%, destacando la efectividad de estas estrategias en promover la lactancia exclusiva. La intervención educativa propició este cambio positivo observado posteriormente.

**Palabras clave:** Lactancia materna, actitud, conocimiento, madres lactantes, Honduras

## Abstract

**Introduction:** Breastfeeding satisfies the nutritional needs for the growth and development of the child, both biologically and psychosocially. The objective of this study was to identify the attitudes and practices of breastfeeding mothers attending the Centro Integral de Salud, Teupasenti, El Paraíso, October 2024 - February 2025. **Methodology:** Quantitative, descriptive and correlational study, focused on breastfeeding mothers with children under 1 year of age. The sample consisted of 40 mothers selected by convenience. Surveys were used to assess initial and subsequent attitudes toward breastfeeding, as well as an observation guide to analyze breastfeeding practices. Educational workshops on breastfeeding practices, techniques and benefits were also offered after the initial survey, and mothers were provided with support via telephone. **Results:** Analysis of the sociodemographic characteristics of the breastfeeding mothers revealed that the majority are young, with low educational levels and stable relationships. Following an educational intervention, positive attitudes towards breastfeeding increased from 30 % to 43 %. Although 83 % of the mothers practice breastfeeding correctly, 18 % practice incorrectly, influenced by cultural and socioeconomic factors. Correlation analysis shows that knowledge, maternal age and breastfeeding practice are positively related to more favorable attitudes, suggesting that more knowledge and older age favor these attitudes. **Conclusions:** The educational intervention increased favorable attitudes toward breastfeeding from 30 % to 43 %, reduced neutral attitudes from 60 % to 50 %, and decreased preference for infant formula from 10 % to 7 %, highlighting the effectiveness of these strategies in promoting exclusive breastfeeding. The educational intervention brought about this positive change observed later.

**Keywords:** Breastfeeding, attitude, knowledge, breastfeeding mothers, Honduras.

## Introducción

La Lactancia materna (LM) satisface las necesidades nutricionales para el crecimiento y desarrollo del niño, tanto en el ámbito biológico, como psicosocial (Ospina, Urrego y Betancourt 2015). Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), “solo un 40.5 % de lactantes menores de seis meses reciben leche materna como alimentación exclusiva” (Brahm y Valdés 2017).

La lactancia materna exclusiva (LME) consiste en alimentar al bebé solo con leche materna durante los primeros seis meses, sin añadir otros líquidos o alimentos (Gonzales, Ortiz, y Cruz 2022). Esta práctica proporciona nutrición adecuada, refuerza el sistema inmunológico del bebé, promueve el vínculo madre-hijo y tiene beneficios para la salud de la madre. Organismos como la OMS y UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia), recomiendan esta práctica durante los primeros seis meses y su continuación hasta los dos años o más, con la introducción gradual de alimentos complementarios (OMS 2023; Vargas-Zarate et al. 2020).

La LM ofrece protección contra la aparición de enfermedades de la niñez, como la diabetes mellitus insulino dependiente de inicio juvenil, el aumento de la presión arterial, la obesidad y la aparición de enfermedades en etapas posteriores de la vida, como las enfermedades atópicas. La LM también se asocia con puntuaciones significativamente mayores de desarrollo cognitivo (Teixeira Leal et al. 2012).

Las actitudes ideales sobre la LM están enfocadas en reconocer la importancia de los beneficios nutricionales de la leche materna como alimento ideal para los bebés, la relevancia en el desarrollo del apego y la unión madre-hijo, así como en la aceptación y el respeto a la exhibición pública del amamantamiento (Bednarek et al. 2023).

Hay un aspecto cultural relevante que está relacionado con las características demográficas, el cual influye en cómo se perciben los roles en la crianza de los niños. Promover la idea de que la LM no debe ser vista solo como una tarea materna, sino como una responsabilidad compartida, crea un entorno de apoyo, en el que la implicación de los padres favorece una LM más duradera (Ospina et al. 2015).

En un estudio realizado por Olivares y Buñuel se determina que la LME puede evitar, en muchos casos, el ingreso hospitalario debido a diarrea o neumonía en países desarrollados (Giunchetti et al. 2023).

En varios estudios se ha observado que los bebés lactantes sanos que no habían recibido LM de forma exclusiva los primeros 4 meses de vida, tenían hasta tres veces más ingresos por enfermedades respiratorias graves que los que sí lo habían hecho (Giunchetti et al. 2023). La LME tiene relación con un menor índice de masa corporal (IMC) en la vida adulta (Aguilar et al. 2016).

En América Latina y El Caribe, esta práctica ha visto una disminución entre los años 2006 y 2012, cayendo de un 22.3 a un 14.5 %, respectivamente, siendo el medio rural el más afectado (descenso de 36.9 a 18.5 %). Además, se sabe solamente el 38.8 % de los menores son expuestos al seno durante la primera hora de vida, teniendo una duración promedio de 10.2 meses, y que únicamente el 40 % de los recién nacidos reciben LME los primeros 6 meses de vida (UNICEF 2021).

En Honduras, la OPS (Organización Panamericana de la Salud), destaca que el 78.6 % de las madres amamantan tras la primera hora de nacimiento de sus bebés y que el 29.7 % de los menores fue alimentado exclusivamente con leche materna hasta los seis meses. El país supera el promedio de edad en los niños alimentados con leche materna, que es de 14 meses para la región. La media sube a los 19.2 meses, solo superado por Perú (21.7 meses) y Guatemala (21.2 meses) (UNICEF 2018).

En el 2016 se realizó un estudio multicéntrico en 7 hospitales públicos en Honduras para evaluar los conocimientos sobre conductas óptimas de la LM en puerperas, en donde tuvieron un mayor nivel de conocimiento las madres no adolescentes de procedencia urbana, no pobres, que convivían con su pareja de hogar, múltiparas, con mayor número de controles prenatales y que recibieron información sobre LM por personal de salud antes y durante la internación (Elvir 2016).

En Honduras el 51 % de los recién nacidos inician tempranamente la LM, es decir, son lactados dentro de 1 hora después del nacimiento.

Según la ENDECSA MICS (Encuesta Nacional de Demografía y Salud), 2021, en el municipio de Teupasenti, en el departamento de El Paraíso solo el 59.1 % de los bebés fueron amamantados por primera vez dentro de la primera hora después del nacimiento. Los niños menores de seis meses que reciben LME es 28.3 % y LM predominante es 41.5 %, la duración de la LME es menos de un mes (0.7 %) y la de lactancia predominante es un mes (UNICEF 2021).

La justificación técnica de este estudio se basa en alinear las intervenciones educativas con los objetivos de la Política y la Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PYENSAN), específicamente el lineamiento Estratégico 3 que promueve estilos de vida saludables y la prevención de enfermedades.

La LM es esencial para mejorar la salud infantil y materna, reduciendo la mortalidad infantil y promoviendo una nutrición óptima (FAO 2018). El objetivo del presente estudio fue identificar las actitudes y prácticas sobre LM en madres lactantes con hijos menores de 1 año que acuden al Centro Integral de Salud, Teupasenti, El Paraíso, octubre 2024 – febrero 2025.

## Métodos

### • Población y muestra

La población bajo este estudio fueron las madres en período de LM con niños menores de 1 año del municipio de Teupasenti, El Paraíso, Honduras.

La muestra propuesta inicial fue de 60 madres, siendo un muestreo no estadístico, por conveniencia. A pesar de la difusión de la convocatoria no se lograron captar las 60 madres propuestas en la metodología, por la falta de recepción y disponibilidad de las madres de Teupasenti. La muestra final fue de 40 madres lactantes voluntarias.

Para la selección de las participantes, se concertó una cita con autoridades de salud del Centro Integral de Salud (CIS) de Teupasenti para explicar el proyecto. Posterior a ello se realizó la convocatoria y se aplicaron los instrumentos para identificar actitudes y prácticas iniciales y posteriores hacia la LM.

### • Información técnica

El presente estudio es de tipo cuantitativo, no experimental, correlacional, realizado en los meses de octubre 2024 a febrero 2025. Se desconoce el total de población de madres del municipio de Teupasenti en este período de lactancia.

### Criterios de inclusión

1. Madres que brindan LME o complementaria a niños menores de 1 año.
2. Madres que acepten participar en el presente estudio y firme consentimiento informado.
3. Madres menores de edad que se encuentren con la persona responsable mayor de edad para firmar el consentimiento informado.

### Criterios de exclusión

1. Madres que no estén brindando LM a niños menores de 1 año.
2. Niños con labio leporino y paladar hendido u otra deformación de la boca.
3. Niños con malformaciones mayores y/o complicaciones del embarazo y el parto (asfixia, etc.)
4. Madre con trastorno psiquiátrico o algún grado de retraso mental.

### Criterios de seguimiento

Se les brindó seguimiento a aquellas madres que brindaron sus datos personales de localización con su número de teléfono personal, el de su pareja y el de un familiar cercano y a las madres que aceptaron participar en el estudio y que firmaron su consentimiento informado.

Los objetivos específicos del estudio fueron los siguientes:

1. Identificar la actitud de las madres lactantes a la LM. Ya sea positiva, neutral y uso de fórmula.
2. Evaluar la práctica de LM en las madres lactantes.

## Fases de la investigación

Se aplicaron encuestas para evaluar las actitudes iniciales, seguidas de talleres educativos que cubrieron temas como prácticas, técnicas de lactancia y sus beneficios.

Se distribuyó material educativo utilizado por la Comisión Nacional de LM (CONALMA).

Se llevó a cabo un seguimiento vía WhatsApp promoviendo la LME con las madres lactantes esperando aumentar la tasa de LME y prolongada posterior a las actividades antes mencionadas.

Posterior a la intervención de compartir videos educativos se aplicó nuevamente la encuesta II FAS Iowa, para medir actitudes posteriores a la intervención educativa.

El estudio empleó la Escala de Actitudes ante la Alimentación Infantil de Iowa (IIFAS) como instrumento principal para evaluar la actitud de las madres hacia la LM. Esta escala, desarrollada en 1991, consta de 17 preguntas de opción múltiple con puntuaciones en una escala Likert de 1 a 5, abarcando aspectos como comodidad, beneficios para la salud, dificultad percibida y apoyo social. (Bar-Yam y Darby 1997). Se realizó una adaptación al español para facilitar su comprensión entre las participantes. La puntuación total oscila entre 17 y 85, donde los valores más altos reflejan una actitud positiva hacia la LM, mientras que los valores más bajos indican neutralidad o rechazo. Se aplicó en dos momentos del estudio: antes y después de la intervención educativa.

Para evaluar las prácticas de LM, se utilizó una guía de observación validada, que analizó 26 aspectos clave, incluyendo la posición del cuerpo, vínculo afectivo, succión y tiempo de amamantamiento (Mamani Ortiz et al. 2017). También se observó la exclusividad de la lactancia, el bienestar del bebé y la madre, y la presencia de intervenciones externas como el uso de biberones o chupetes. La recolección de datos se realizó en formato físico por personal de salud capacitado entre octubre y noviembre de 2024, con un tiempo estimado de 30 minutos por participante. Como incentivo, se entregó un obsequio para promocionar la higiene del bebé.

## Análisis estadístico

Distribución de puntajes: Representar gráficamente la distribución de puntajes de ambas escalas mediante tablas pertinentes, por medio de estadísticas.

Análisis preliminar: Realizar un análisis para explorar las relaciones entre las puntuaciones en la IIFAS Iowa, mencionadas más adelante en el cálculo de la puntuación total de actitud hacia la LM, y las prácticas observadas en LM.

Realizar un análisis posterior a la intervención educativa para explorar las relaciones entre las puntuaciones en la IIFAS Iowa y las prácticas observadas en LM. Además, se llevó a cabo un análisis correlacional entre las actitudes iniciales y posteriores frente a la LM, con el objetivo de evaluar el impacto de la intervención educativa y determinar si hubo cambios significativos en la percepción y práctica de la lactancia.

Los datos de los sujetos empleados en el estudio han sido introducidos en una base de datos y analizados utilizando el programa Microsoft® Excel 2016.

## Métodos

El análisis de las características sociodemográficas de las madres que practican la LM a niños menores de 1 año revela que la mayoría son jóvenes, con un 30 % entre 15 y 20 años y un 25 % entre 26 y 30 años. En cuanto a su nivel educativo, el 55 % tiene secundaria y

el 38 % solo primaria, lo que indica un bajo nivel educativo. Además, el 58 % de las madres vive en unión libre, el 28 % está casada y el 15 % es soltera, lo que sugiere que la mayoría se encuentra en relaciones estables. Estos factores podrían influir en las prácticas de LM y en las necesidades de apoyo e información para fomentar la LME.

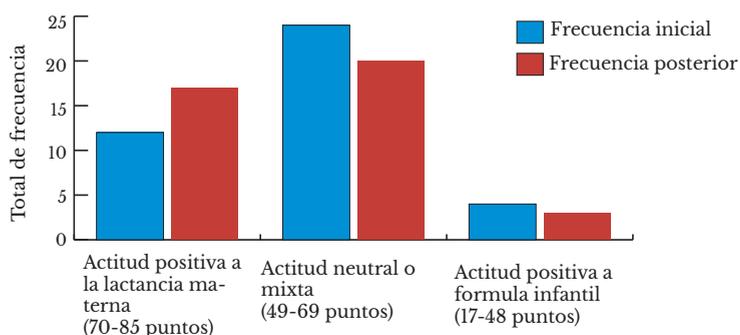
**Tabla 1.** Características de las madres de niños menores de 1 año en Teupasenti, El Paraíso

Categoría	Subcategoría	Frecuencia	Porcentaje
Edad	15 a 20 años	12	30 %
	21 a 25 años	8	20 %
	26 a 30 años	10	25 %
	30 a 35 años	6	15 %
	36-40 años	4	10 %
	Total	40	100 %
	Ninguna	2	5 %
Escolaridad	Primaria	15	38 %
	Secundaria	22	55 %
	Superior	1	3 %
	Total	40	100 %
Estado civil	Soltera	6	15 %
	Casada	11	28 %
	Unión libre	23	58 %
	Total	40	100 %

Fuente: (Oseguera 2024).

En un análisis comparativo de las actitudes hacia la LM antes y después de una intervención educativa, se observó un cambio significativo. En la primera fase, solo el 30 % de las madres tenía una actitud positiva hacia la LM, mientras que el 60 % tenía una actitud neutral o mixta, y un 10 % prefería el uso de fórmula infantil. Esto indicaba la necesidad de intervenciones educativas. En la segunda fase, tras la intervención, el 43 % de las madres mostró una actitud positiva hacia la LM, lo que representó un aumento, y la actitud neutral o mixta disminuyó al 50 %, lo que sugiere que la intervención fue efectiva para mejorar las actitudes hacia la LM.

**Gráfico 1.** Comparación de actitudes iniciales y posteriores frente a LM



Fuente: (Oseguera 2024).

El 83 % de las madres (33 madres) practica la LM correctamente, lo que indica que la mayoría sigue las recomendaciones habituales sobre la práctica. Sin embargo, el 18 % (7 madres) presenta prácticas incorrectas, lo que sugiere variabilidad en el conocimiento o acceso a información sobre lactancia. Este 18 % podría estar influenciado por factores contextuales y culturales, como creencias locales, tradiciones familiares o limitaciones socioeconómicas presentes en la comunidad de estas madres.

**Tabla 2.** Tipo de práctica de LM en madres de niños menores de 1 año en Teupasenti, El Paraíso

Práctica de LM	Frecuencia	Porcentaje
Correcta (puntaje 13-26)	33	83 %
Incorrecta (puntaje 0-12)	7	18 %
Total	40	100 %

Fuente: (Oseguera 2024).

El análisis muestra que factores como el conocimiento inicial y final, la edad materna y la práctica de lactancia están positivamente relacionados con actitudes más favorables hacia la lactancia, con correlaciones moderadas y significativas. Sin embargo, variables como el nivel socioeconómico, la educación formal, la edad materna (final), la experiencia previa (final) y el apoyo social percibido no presentan correlaciones significativas, lo que sugiere que no influyen notablemente en las actitudes hacia la LM en este contexto.

**Tabla 3.** Correlación entre variables y actitudes frente a LM

Variable analizada	Coefficiente de correlación	Significancia (p-valor)	Interpretación
Conocimiento inicial	0.68	< 0.01	Correlación positiva alta – mayor conocimiento se asocia a actitud más positiva.
Edad materna	0.3	< 0.05	Correlación positiva moderada – madres de más edad tendieron a actitudes más favorables.
Experiencia previa	0.25	≈ 0.05	Correlación positiva moderada – tener experiencia amamantando se asoció con actitud positiva.
Nivel socioeconómico	0.22	> 0.05	Asociación débil no significativa – no hay diferencia clara en actitud por ingresos.
Educación formal	0.1	> 0.1	Sin correlación significativa – el nivel educativo no afecta la actitud inicial.

Conocimiento final	0.5	< 0.01	Correlación positiva moderada – mayor conocimiento al final mantiene actitudes más positivas.
Práctica de lactancia	0.45	< 0.01	Asociación positiva moderada – madres que amamantaron tenían actitud más positiva.
Edad materna (final)	0.15	> 0.1	Sin correlación significativa – la diferencia por edad desaparece tras la intervención.
Experiencia previa (final)	0.1	> 0.1	Sin correlación significativa – las madres lactantes alcanzaron actitudes igual de positivas.
Apoyo social percibido	0.05	> 0.1	Sin asociación clara – todas recibieron buen apoyo, sin variación suficiente para correlación.

Fuente: (Oseguera 2024).

## Discusión

En nuestro estudio el 30 % de la población tiene una edad de 15 a 20 años. El embarazo en la adolescencia puede considerarse una preocupación de salud pública y una grave crisis social. Cada año, el número de nacimientos de hijos de madres adolescentes alcanza los 16 millones a nivel global. La tasa de nacimientos en adolescentes se determina calculando la cantidad de partos por cada mil adolescentes de entre 15 y 19 años (Manzanero 2021).

El nivel de escolaridad tiene una estrecha relación con el conocimiento y la adherencia a las recomendaciones sobre LM, puesto que las madres con mayor educación formal tienden a poseer un mayor conocimiento teórico sobre los beneficios y las prácticas óptimas, lo que facilita la implementación adecuada de estas prácticas. En contraste, las madres con menor nivel educativo suelen enfrentar limitaciones en el acceso a información precisa, lo que, sumado a factores socioeconómicos y culturales, puede generar prácticas inadecuadas o subóptimas (Becerra-Bulla et al. 2015).

A pesar de la influencia de la escolaridad, es fundamental considerar otros determinantes contextuales y diseñar intervenciones educativas contextualizadas, que aborden de manera efectiva las barreras informativas y estructurales (Rojas Contreras et al. 2019), para asegurar que todas las madres, independientemente de su nivel educativo, reciban el apoyo necesario para una LM adecuada (Estrada Rodríguez et al. 2010; Hernández Magdariaga et al. 2023).

En algunos países, los factores socioeconómicos pueden jugar un papel importante. En Bolivia y Perú las mujeres del primer quintil, el más pobre, alimentan a sus hijos exclusivamente con leche materna durante el doble de tiempo que las mujeres del quinto

quintil, el más rico. Por otro lado, en Colombia, Haití y República Dominicana no hay diferencias socioeconómicas claras en la duración del período de amamantamiento.

Las tasas de LM han cambiado para algunos países entre 2000 y 2012, pero no siempre hacia la dirección correcta. La extensión promedio de la LM exclusiva aumentó considerablemente en Bolivia, Colombia y Perú, pero no en República Dominicana. En México, la disminución en las tasas de LM ha sido una fuente de preocupación, ya que bajó de aproximadamente un 29 % a finales de los años ochenta a un 21 % en 2006, y a un 14 % en 2012, siendo una de las tasas más bajas de la región (BID 2015).

Un estudio similar en México dirigida a 331 puérperas, usando las escalas de actitud, Iowa Infant Feeding and Attitude Scale (IIFAS), encontró que el 88 % presentó una actitud neutral y únicamente 10 % tuvo una actitud positiva hacia la LM. (Gil-Vargas et al. 2020). Nuestro estudio en su etapa inicial ha demostrado que el 30 % muestra una actitud positiva hacia la LM. La confianza se considera un elemento fundamental dentro del concepto de autoeficacia, el cual constituye un constructo psicológico crucial que incide directamente en la capacidad de un individuo para manejar y superar desafíos o situaciones estresantes.

La autoeficacia, en términos psicológicos, hace referencia a la creencia que tiene una persona sobre su habilidad para ejecutar las acciones necesarias que le permitan alcanzar determinados objetivos o enfrentar circunstancias difíciles.

En España se desarrolló un estudio longitudinal pre-post intervención mostró que una intervención educativa en adolescentes mejoró significativamente tanto sus conocimientos como sus actitudes hacia la LM. A pesar de que no hubo diferencias entre los grupos experimental y control antes de la intervención, los participantes del grupo experimental (GE) demostraron un aumento considerable en el conocimiento y una actitud más positiva hacia la LM después de recibir la intervención, que incluyó charlas, materiales educativos y actividades interactivas. El análisis también indicó que el sexo y el contacto previo con la LM influyeron en las actitudes hacia la práctica (Hernández Pérez et al. 2018). Los resultados demuestran que este tipo de intervenciones pueden ser efectivas para modificar las actitudes y aumentar el conocimiento sobre la LM en adolescentes, similar a lo ocurrido en nuestro estudio con la intervención educativa brindada.

El estudio llevado a cabo en China realizado con 324 madres posparto, reveló que la mayoría de las participantes tenían actitudes y conocimientos neutros sobre la LM, con una puntuación media de 56.55 en la escala de actitudes y 10.83 en la sección de conocimiento. Se observó que las madres con conocimientos deficientes tenían menos probabilidades de iniciar la LM dentro de la primera hora tras el parto. Los resultados destacan la importancia de la educación prenatal y posparto para mejorar las actitudes y conocimientos sobre LM, lo cual es clave para apoyar a las madres en el inicio y sostenimiento de esta práctica (Hamze, Mao y Reifsnider 2019).

Asimismo en México otro estudio se centró en adaptar la escala de actitudes hacia la alimentación infantil (IIFAS) al contexto mexicano mediante traducción inversa y adaptación cultural, buscando asegurar su validez y fiabilidad. Se aplicó la escala adaptada a 385 mujeres embarazadas, encontrando que el 16.3 % mostró una actitud positiva hacia la LM. La fiabilidad del instrumento fue evaluada con un alfa de Cronbach de 0.65, y se confirmó la validez del constructo mediante un análisis factorial exploratorio (Aguilar-Navarro et al. 2016).

En México otro estudio incluyó a 169 madres e hijos de 0 a 24 meses. La edad media de las madres fue de 27 y 22 años. El 59.80 % tenía una actitud neutral hacia la alimentación infantil y el 52.10 % abandonaría la lactancia después de los 12 meses. El 83.10% practicó LM exclusiva hasta los 6 meses. Se encontró una asociación significativa entre las actitudes hacia la lactancia y la edad en meses del abandono de la lactancia exclusiva ( $X^2(2, 169) = 11,40, p < 0,022$ ) (Jiménez Medina et al. 2023). Algo similar a nuestro estudio donde la práctica co-

recta de LM se presentó en con 88 %, demostrando que las madres de las comunidades rurales presentan buenas prácticas de LM, lo que influye positivamente sobre sus hijos.

El interés por la actitud positiva hacia la LM se centra en su impacto en la salud de la madre y el bebé. Las actitudes favorables pueden aumentar la duración de la lactancia exclusiva, lo que mejora el desarrollo infantil, fortalece el sistema inmunológico y reduce riesgos de enfermedades. Además, favorece la confianza materna y una experiencia de lactancia más exitosa. Por consiguiente, en Colombia el objetivo de un estudio fue validar la escala Iowa Infant Feeding Attitude Scale en español. Se trató de un estudio metodológico que incluyó un proceso de traducción y validación semántica, además de evaluar su valor predictivo y validez interna en 136 mujeres de estrato social alto en Bogotá. Se realizó una encuesta de seguimiento a las seis semanas, logrando ubicar a 103 participantes (75 %) para evaluar la duración de la lactancia y el método de alimentación. Los resultados mostraron que las mujeres presentaron una actitud positiva hacia la LM, independientemente del método de alimentación utilizado a las seis semanas (Jiménez Medina et al. 2023).

Así mismo en Turquía un estudio incluyó a 96 madres embarazadas que dieron su consentimiento en clínicas de ginecología, embarazo y pediatría. Se excluyeron aquellas con problemas médicos o condiciones que impedían la lactancia. Se utilizó la escala IIFAS para evaluar las actitudes hacia la LM encontrando que el 27.1 % tenía una actitud propensa a la lactancia, mientras que el 72.9 % estaba en un grupo indeciso. No hubo diferencias significativas en edad, tipo de familia o modo de parto, pero sí en los niveles educativos e informativos de las madres (Aydin, Da y Yi-it 2024).

En EE. UU. otro estudio incluyó a 185 mujeres latinas embarazadas en el área de la bahía de San Francisco, a quienes se les aplicó la escala IIFAS antes del parto. Se recopilaron datos sobre la elección de la alimentación, características sociodemográficas y antropométricas, y se evaluaron los predictores de la LM. Los resultados mostraron que haber amamantado a un bebé anterior se asoció con un mayor inicio de la LM y su continuidad a los 6 meses. La educación universitaria aumentó la probabilidad de LM exclusiva a los 6 meses, mientras que tener otros hijos redujo esa probabilidad. Sin embargo, una puntuación más alta en la escala IIFAS no estuvo asociada con el inicio o la duración de la LM (Holbrook et al. 2013).

En muchas comunidades, las prácticas de lactancia pueden verse influenciadas por costumbres tradicionales, que a veces no coinciden con las pautas científicas actuales, o por la falta de apoyo social o institucional (Huertas y Vega 2023). En algunas culturas puede haber prácticas que favorezcan la alimentación mixta o el uso de fórmulas, mientras que otras pueden presionar a las madres para que se reincorporen al trabajo rápidamente, lo que dificulta la lactancia exclusiva. Es importante considerar el contexto cultural y social al diseñar intervenciones de salud pública, ya que el apoyo adecuado debe adaptarse a las creencias y realidades de cada comunidad, asegurando que todas las madres, independientemente de su entorno, puedan acceder a la información y apoyo necesarios para llevar a cabo una LM exitosa.

Según (Gonzalez et al. 2022), la competencia cognitiva y práctica en relación con la LM se encuentra estrechamente vinculada a la prolongación de la misma. Los principales factores asociados al abandono temprano de la lactancia materna incluyen la carencia de formación adecuada, el nivel socioeconómico de las familias y el uso de biberón como alternativa alimentaria (Brun Barreiro et al. 2022).

Las madres de comunidades rurales y urbanas muestran diferencias significativas en el conocimiento y la práctica de la LM, influenciadas por factores como el acceso a información, apoyo social y recursos disponibles. Las madres en zonas rurales, a menudo con menos acceso a educación y servicios de salud, pueden tener actitudes más positivas hacia la lactancia, pero también enfrentan barreras prácticas que dificultan la continuación de la lactancia exclusiva. En contraste, las madres urbanas, aunque mejor informadas, pueden presentar actitudes más mixtas hacia la LM, con algunas influenciadas por normas

sociales, horarios de trabajo y apoyo limitado. La actitud de las madres ya sea positiva o negativa, juega un papel crucial en la decisión de iniciar y mantener la lactancia, lo que resalta la importancia de programas de educación y apoyo adaptados a las necesidades específicas de cada comunidad.

Es fundamental que el presente estudio en conjunto con otros estudios similares en Honduras se pueda replicar, mejorando los criterios de aceptabilidad en las zonas urbanas y rurales de madres en período de lactancia y que los resultados sean insumos para la creación de políticas públicas en beneficio de la sociedad hondureña.

## Conclusiones

Los datos de la fase inicial revelaron que el 30 % de las madres tenía una actitud positiva hacia la LM, mientras que el 60 % mostraba una postura neutral o mixta, lo que indica la necesidad de estrategias educativas para fomentar la aceptación. Tras la intervención educativa, las actitudes favorables aumentaron del 30 % al 43 %, las neutrales disminuyeron del 60 % al 50 % y la preferencia por la leche de fórmula se redujo del 10 % al 7 %. Tras la intervención, el 83 % de las madres mantuvo prácticas de LM correctas, lo que indica una buena adherencia a las directrices, aunque el 18 % seguía presentando prácticas incorrectas, lo que pone de manifiesto las disparidades en el acceso a la información y el conocimiento sobre la LM. El análisis de correlación muestra que el conocimiento inicial y final, la edad materna y la práctica de lactancia están positivamente correlacionados con actitudes favorables hacia la LM, lo que sugiere que un mayor conocimiento, mayor edad y la práctica misma influyen positivamente en las actitudes. La intervención educativa tuvo un cambio favorable después de la intervención educativa.

**Agradecimientos:** Este estudio se llevó a cabo en el marco del Diplomado en Metodologías de Investigación en Seguridad Alimentaria y Nutricional, proyecto (ISA) brindado por la Universidad Zamorano con el financiamiento de la Unión Europea y (AECID). Se agradece todo el apoyo de personal de salud de (CIS) Teupasenti, El Paraíso y de todas las madres de dicha comunidad que decidieron participar del estudio.

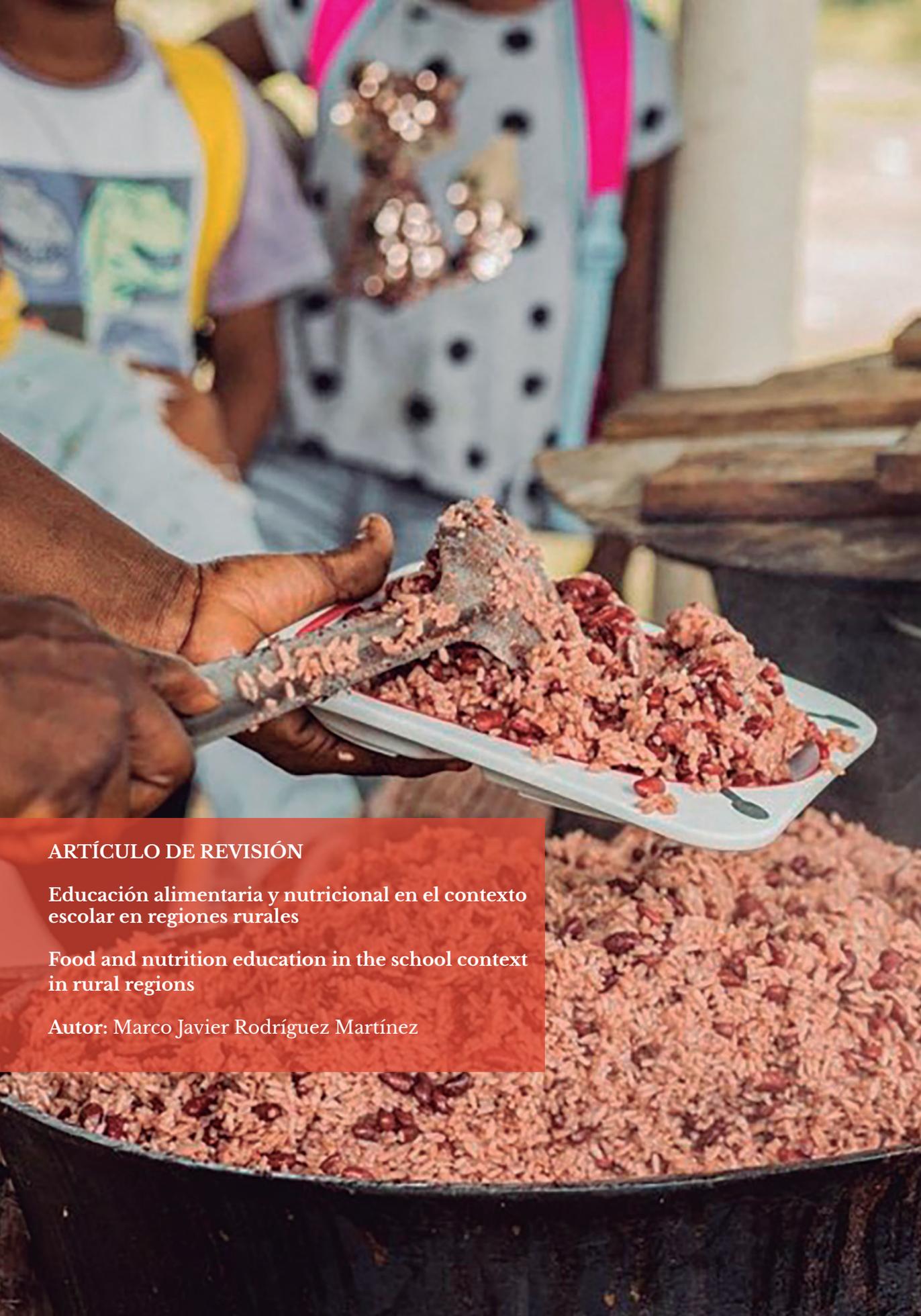
## Referencias

- Aguilar-Navarro, H. J., Coronado-Castilleja, A., Gómez-Hernández, O. J., & Cobos-Aguilar, H. 2016. "Adaptación de la Iowa Infant Feeding Attitude Scale en población mexicana". *Acta Pediátrica de México* 37, núm. 3: 149-158. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=423645709003>
- Aguilar Cordero, M. J., Baena García, L., Sánchez López, A. M., Guisado Barrilao, R., Hermoso Rodríguez, E., & Mur Villar, N. 2016. "Beneficios inmunológicos de la leche humana para la madre y el niño: revisión sistemática". *Nutrición Hospitalaria* 33, 482-493. Retrieved from [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112016000200046&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016000200046&nrm=iso)
- Aydin, E., Da , H., & Yi it, Ö. 2024. "Evaluation of mothers' sociodemographic characteristics and infant feeding attitudes during pregnancy according to the Iowa feeding attitude scale and examining the scale's role in determining breastfeeding duration". *Iberoamerican Journal of Medicine* 6, 10-16. Retrieved from [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2695-50752024000100003&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2695-50752024000100003&nrm=iso)
- Bar-Yam, N. B., & Darby, L. 1997. "Fathers and breastfeeding: a review of the literature". *J Hum Lact* 13, núm. 1: 45-50. doi:10.1177/089033449701300116

- Becerra-Bulla, F., Rocha-Calderón, L., Fonseca-Silva, D. M., & Bermúdez-Gordillo, L. A. 2015. “El entorno familiar y social de la madre como factor que promueve o dificulta la lactancia materna”. *Revista de la Facultad de Medicina* 63: 217-227. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-00112015000200006&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112015000200006&nrm=iso)
- Bednarek, A., Bodys-Cupak, I., Serwin, A., & Cipora, E. 2023. “Mothers’ Attitudes Towards Breastfeeding in Terms of Health Safety and Professional Lactation Education: A National Survey of Women”. *J Multidiscip Healthc* 16, núm. 32: 73- 86. doi:10.2147/jmdh.S431576
- BID. 2015. “¿Sabes qué países de América Latina tienen las tasas de lactancia exclusiva más altas?”. Retrieved from <https://blogs.iadb.org/salud/es/semana-mundial-lactancia/>
- Brahm, P., & Valdés, V. 2017. “Beneficios de la lactancia materna y riesgos de no amamantar”. *Revista chilena de pediatría* 88: 07-14. Retrieved from [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062017000100001&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062017000100001&nrm=iso)
- Brun Barreiro, M. P., Ferreira Rojas, C. J., Sánchez Bernal, S. F., & González Céspedes, L. E. 2022. “Prácticas y conocimientos sobre lactancia materna de pediatras, ginecólogos y enfermeras de 3 servicios de salud de San Lorenzo y Asunción”. *Pediatría Asunción* 49: 33-45. Retrieved from [http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-98032022000100033&nrm=iso](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-98032022000100033&nrm=iso)
- Elvir Mayorquin, N. Y., David Murillo, P.M., Portillo-Pineda, R.M., Aguilar Gutiérrez, K.F., Granados Rodríguez, R.A., López, R.A., Mejía Martínez, L.A., Miranda Barnica, K.Y., Saucedo Ayestas, L.M., Amaya Vargas, K.N., Hernández Guerra, A.C., Erazo Coello, A., Federico Mendoza, A., Argüello, D.A., Aguilar Reyes, V.G., García Mendoza, C.L., Carbajal Umanzor, N.W., Varela Aguilar, C.A. y Chavez Melendez, D.A. 2016. “Conocimientos sobre conductas óptimas de lactancia materna en puerperas. Estudio multicéntrico en 7 hospitales públicos de Honduras, 2016”. *Revista Hispanoamericana de Ciencias de la Salud* 2, 222–231. Retrieved from <https://www.uhsalud.com/index.php/revhispano/article/view/200/0>
- Estrada Rodríguez, J., Amargós Ramírez, J., Reyes Domínguez, B., & Guevara Basulto, A. 2010. “Intervención educativa sobre lactancia materna”. *Revista Archivo Médico de Camagüey* 14. Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552010000200009&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552010000200009&nrm=iso)
- FAO. 2018. Decreto N° PCM-086-2018 — “Política y Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional con horizonte al 2030 (PyENSAN 2030)”. Retrieved from <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC200569/>
- Gil-Vargas, M., Dorantes-Vidal, X., León-López, M. C., & Maldonado-Castañeda, S. 2020. “Encuesta a mujeres puerperas de autoeficacia y actitud hacia la lactancia materna en un hospital de tercer nivel de atención”. *Revista Mexicana de Pediatría*.
- Giunchetti, F., Hidalgo, L. E., Penas, M., Piccardo, A., Rodríguez, L. S., Ferrero, F., & Ibarra, M. 2023. “Lactancia materna exclusiva y evolución de la enfermedad en lactantes hospitalizados por bronquiolitis”. *Andes pediátrica* 94, 23-28. Retrieved from [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2452-60532023000100023&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2452-60532023000100023&nrm=iso)
- Gonzales, A. O., Ortiz, J. U., Herrera, & Cruz, Y. L. F. 2022. “Lactancia materna exclusiva en Latinoamérica: una revisión sistemática”. *Vive Revista de Salud* 5: 874-888. Retrieved from [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2664-32432022000300874&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2664-32432022000300874&nrm=iso)

- Hamze, L., Mao, J., & Reifsnider, E. 2019. "Knowledge and attitudes towards breastfeeding practices: A cross-sectional survey of postnatal mothers in China". *Midwifery* 74: 68-75. doi:10.1016/j.midw.2019.03.009
- Hernández Magdariaga, A., Hierrezuelo Rojas, N., González Brizuela, C. M., Gómez Soler, U., & Fernández Arias, L. 2023. "Conocimientos de madres y padres sobre lactancia materna exclusiva". *MEDISAN* 27. Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192023000200001&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192023000200001&nrm=iso)
- Hernández Pérez, M. C., Díaz-Gómez, N. M., Romero Manzano, A. M., Díaz Gómez, J. M., Rodríguez Pérez, V., & Jiménez Sosa, A. 2018. "Eficacia de una intervención para mejorar conocimientos y actitudes sobre lactancia materna en adolescentes". *Revista Española de Salud Pública* 92. Retrieved from [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272018000100411&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272018000100411&nrm=iso)
- Holbrook, K. E., White, M. C., Heyman, M. B., & Wojcicki, J. M. 2013. "Maternal sociodemographic characteristics and the use of the Iowa Infant Attitude Feeding Scale to describe breastfeeding initiation and duration in a population of urban, Latina mothers: a prospective cohort study". *Int Breastfeed J* 8, núm. 1: 7. doi:10.1186/1746-4358-8-7
- Huertas-Sosa, C. M., & Vega-Ramírez, A. S. 2023. "Prácticas culturales en la lactancia materna: revisión integrativa". *Ene* 17. Retrieved from [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1988-348X2023000300002&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2023000300002&nrm=iso)
- Jiménez Medina, L. A., Quintero Hernández, Y. A., Álvarez Aguirre, A., López Lemus, H. L., Tolentino Ferrel, M. d. R., & Guzman-Ortíz, E. 2023. "Actitudes hacia la lactancia asociada a la práctica de lactancia materna exclusiva en madres mexicanas". *ACC CIETNA: Revista de la Escuela de Enfermería* 10, núm. 2: 18-28. doi:10.35383/cietna.v10i2.954
- Mamani Ortiz, Y., Olivera Quiroga, V., Luizaga Lopez, M., & Illanes Velarde, D. E. 2017. Conocimientos y prácticas sobre lactancia materna en Cochabamba-Bolivia: un estudio departamental". *Gaceta Médica Boliviana* 40, 12-21. Retrieved from [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-29662017000200004&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662017000200004&nrm=iso)
- Manzanero, J. R. L. 2021. "Juventudes en América Latina y el Caribe en perspectiva: panorama de la situación, desafíos e intervenciones promisorias". *Ciência & Saúde Coletiva* 26.
- OMS. 2023. "Alimentación del lactante y del niño pequeño". Retrieved from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding>
- Ospina, J. M., Urrego, Á. M. J., & Betancourt, E. A. V. 2015. "La importancia de la lactancia en el desarrollo físico, psíquico y relacional del niño". *Vínculo* 12: 07-18. Retrieved from [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-24902015000100003&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-24902015000100003&nrm=iso)
- Rojas, J., Contreras, I., Chaparro, C., Quintero, Á., & González, R. 2019. "Evaluación en el nivel de conocimiento de las madres después de aplicada una estrategia educativa. Venezuela 2015". *Revista chilena de nutrición* 46, 107-112. Retrieved from [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182019000200107&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182019000200107&nrm=iso)
- Teixeira Leal, D., Ávila Vargas Dias, I. M., Andrade Fialho, F., do Nascimento, L., Motta das Neves, P., & Guedes Gondim Almeida, M. J. 2012. "Diabetes mellitus tipo 1: posible relación con la interrupción precoz de la lactancia materna". *Revista Cuidarte* 3, 293-299. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2216-09732012000100006&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-09732012000100006&nrm=iso)

- UNICEF. 2021. “DECLARACIÓN CONJUNTA: ALIMENTACIÓN DEL LACTANTE Y DEL NIÑO PEQUEÑO EN SITUACIONES DE EMERGENCIA”. Retrieved from <https://honduras.un.org/sites/default/files/2020-11/Declaraci%C3%B3n%20conjunta-%20Alimentaci%C3%B3n%20del%20lactante%20y%20del%20ni%C3%B1o%20en%20situaciones%20de%20emergencia.pdf>
- Vargas-Zarate, M., Becerra-Bulla, F., Balsero-Oyuela, S. Y., & Meneses-Burbano, Y. S. 2020. “Lactancia materna: mitos y verdades. Artículo de revisión”. *Revista de la Facultad de Medicina* 68. 608-616. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-00112020000400608&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112020000400608&nrm=iso)



## ARTÍCULO DE REVISIÓN

Educación alimentaria y nutricional en el contexto escolar en regiones rurales

Food and nutrition education in the school context in rural regions

Autor: Marco Javier Rodríguez Martínez

## Educación alimentaria y nutricional en el contexto escolar en regiones rurales

### Food and nutrition education in the school context in rural regions

**Autor:** I. Marco Javier Rodríguez Martínez (ORCID: 0009-0006-0328-4637)

**Sobre el autor:** Universidad Federal de Bahía, Brasil.

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 19-08-24

Aceptado/Accepted: 04-11-24

**Contacto de correspondencia:** marcomartinez@ufba.br

#### Resumen

**Introducción:** La Educación Alimentaria y Nutricional (EAN), dentro de los programas de alimentación escolar, es fundamental para promover hábitos alimentarios saludables y mejorar el bienestar de los estudiantes. La pobreza y la vulnerabilidad social influyen en la seguridad alimentaria nutricional; por tanto, los programas de alimentación escolar con buenas estrategias EAN, son una fuente crucial de nutrición para los niños y niñas que asisten a centros escolares, los cuales se convierten en entornos alimentarios saludables para la mejora del estado nutricional. El objetivo del artículo es analizar la evidencia existente sobre la implementación de estrategias de educación alimentaria y nutricional en el ámbito escolar, considerando los recursos e identificando el rol de los docentes y otros actores escolares analizando sus competencias, formación y percepción sobre estas intervenciones. **Metodología:** En este artículo de revisión bibliográfica, se logró reunir diferentes fuentes a través del buscador Google Scholar, incluyendo evidencias provenientes de informes técnicos, trabajos originales, revisiones sistemáticas, revisiones narrativas y ensayos publicados en español a través de un protocolo de búsqueda con diferentes palabras clave. **Resultados:** De acuerdo con los resultados previos, la EAN, es una de las estrategias clave que puede realizarse a través de diferentes intervenciones en el ámbito de la alimentación y nutrición con un enfoque multisectorial y multiactor. Además, se logró sustentar que es una de las estrategias de reducción de la pobreza y vulnerabilidad más eficientes y eficaces que pueden implementar los países. **Conclusiones:** La EAN se ha considerado a la luz de la evidencia científica, como una experiencia exitosa en la mayor parte de las intervenciones, promoviendo no solo cambios relacionados a salud y nutrición, sino también importantes oportunidades de crecimiento económico y desarrollo social, lo que permite a los escolares tener más herramientas y, por ende, oportunidades para salir de los círculos intergeneracionales de pobreza.

**Palabras clave:** educación alimentaria nutricional, alimentación escolar, entornos alimentarios escolares, intervenciones nutricionales

**Introduction:** Food and Nutrition Education (FNE), within school feeding programs, is essential to promote healthy eating habits and improve student well-being. Poverty and social vulnerability influence food and nutrition security, therefore, school feeding programs with good FNE strategies are a crucial source of nutrition for children attending schools, which become healthy food environments for improving nutritional status. The objective of the article is to analyze the existing evidence on the implementation of food and nutrition education strategies in schools, considering resources and identifying the role of teachers and other school stakeholders by analyzing their skills, training and perception of these interventions. **Methodology:** In this bibliographic review article, different sources were gathered through the Google Scholar search engine, including evidence from technical reports, original works, systematic reviews, narrative reviews and essays published in Spanish through a search protocol with different keywords. **Results:** According to the previous results, FNE is one of the key strategies that can be implemented out through different interventions in the area of food and nutrition with a multi-actor and multi-sectoral approach. Furthermore, it was established that it is one of the most efficient and effective poverty and vulnerability reduction strategies that countries can implement. **Conclusions:** In light of scientific evidence, FNE has been considered a successful experience in most interventions, promoting not only changes related to health and nutrition, but also important opportunities for economic growth and social development, allowing schoolchildren to have more tools and therefore; opportunities to escape from intergenerational circles of poverty.

**Keywords:** Nutritional food education, school feeding, school food environments, nutrition interventions

## Introducción

El objetivo principal de esta revisión es analizar la evidencia existente sobre la implementación de estrategias de Educación Alimentaria y Nutricional (EAN) en el ámbito escolar, considerando los recursos e identificando el rol de los docentes y otros actores escolares analizando sus competencias, formación y percepción sobre estas intervenciones.

Por otro lado, analizar la relación entre la EAN y el rendimiento académico de los estudiantes, explorando cómo la mejora en los hábitos alimentarios puede influir en su desempeño escolar, explorando las diferencias en la implementación y efectividad de los programas de educación alimentaria según el contexto socioeconómico y cultural de las escuelas, identificando desigualdades y estrategias para mejorar los entornos alimentarios escolares en este tipo de intervenciones nutricionales.

Como último punto de la revisión bibliográfica es preciso, explorar las diferentes alternativas y variantes que puede tener la EAN en diferentes entornos escolares, identificando intervenciones locales, nacionales e internacionales. Además de sus principales experiencias de éxito, principalmente en América Latina y el Caribe.

A efectos de la revisión se tomó en cuenta el concepto de Educación Alimentaria y Nutricional (EAN) establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el cual la define como: “Aquellas estrategias educativas diseñadas para facilitar la adopción voluntaria de conductas alimentarias y otros comportamientos relacionados con la alimentación y la nutrición propicios para la salud y el bienestar. Estas estrategias están enfocadas en el desarrollo de habilidades de los sujetos para tomar

decisiones adecuadas en cuanto a su alimentación y en la promoción de un ambiente alimentario propicio. Las acciones de educación nutricional se desarrollan en los ámbitos individual, comunitario, y político” (FAO 2011).

Además, la EAN busca el cambio social, la mejora en las prácticas y comportamientos alimenticios desde un enfoque sostenible y no es sinónimo de mejores conocimientos en nutrición. Entre sus estrategias se incluyen: sesiones grupales, consejería, campañas, huertos escolares pedagógicos, demostraciones y alianzas con entidades encargadas de la toma de decisiones (FAO 2020).

Es preciso conocer las ventajas que tiene la EAN como pilar fundamental de estrategias de alimentación y nutrición escolar para mejorar dichas intervenciones como parte de un proceso dinámico y ordenado, que incluya factores sociales, culturales, económicos, ambientales e incluso simbólicos.

## Metodología

Se llevó a cabo una revisión descriptiva de la literatura, la cual proporciona al lector una puesta al día sobre conceptos útiles en áreas en constante evolución. Este tipo de revisión tiene una gran utilidad en la enseñanza, y también interesará a muchas personas de campos conexos, porque leer buenas revisiones es la mejor forma de estar al día en nuestras esferas generales de interés. (Carrasco 2009). Por consiguiente, se realizó el siguiente esquema metodológico.

### Protocolo de búsqueda y selección de los estudios

Para la identificación y búsqueda de las publicaciones se utilizó el buscador de Google Scholar utilizando el término “educación alimentaria y nutricional” encontrando diferentes artículos e informes que orientan la búsqueda. A su vez, se combinó con las palabras “alimentación escolar”, “entornos alimentarios escolares”, “intervenciones nutricionales” y sus sinónimos, a través del operador booleano AND. Esto derivó en tres estrategias de búsqueda: “Educación Alimentaria y Nutricional” y “Alimentación Escolar”, “Entornos Alimentarios” e “Intervenciones Nutricionales” con sus homólogos en inglés.

La búsqueda se realizó en Google Scholar, donde se identificaron 17 300 artículos originales relacionados a EAN. Para garantizar la exhaustividad del protocolo, se realizó una búsqueda por especificidad para los términos incluidos y por sensibilidad para los no incluidos en este. A pesar de que el modelo teórico de esta revisión corresponde a la EAN de la FAO, también se aplicó el protocolo de búsqueda con el término “educación alimentaria”, ya que en años anteriores se entendía en diferentes aspectos desde el enfoque alimentario. Finalmente, se tomaron 24 artículos para la creación de la revisión bibliográfica de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

### Criterios de inclusión y exclusión

Respecto a la tamización, con base en la lectura de los títulos y resúmenes de los manuscritos, se aplicarán los siguientes criterios de inclusión: a) tener los términos de búsqueda en título o resumen (en el caso de Google Scholar solo aplica el filtro de título); b) publicaciones en seres humanos; c) ser un estudio original; d) ser un estudio en América Latina y el Caribe, en algunos casos se valoró la inclusión de artículos españoles que valoran el enfoque EAN desde lo comunitario; e) ser un estudio en español; f) ser un estudio orientado a la salud pública, la seguridad alimentaria o la protección social; g) ser un estudio de acceso libre.

En el proceso de elección se excluyeron los artículos que fueron retirados de las bases de datos o que no estaban disponibles de forma gratuita; con base en la lectura del texto completo se excluirán los manuscritos que no tengan claridad en el concepto de EAN,

además artículos que se han desarrollado en el ámbito clínico, considerando el objetivo que pretende esta revisión bibliográfica. No se aplicaron restricciones de tiempo de manera retrospectiva.

En algunos contextos se emplean los términos nutrición escolar y ambientes alimentarios como sinónimos; de igual forma se tomó en cuenta la definición que establece la FAO, para seleccionar los artículos más pertinentes de acuerdo al tema, ya que se identificaron estudios que se encontraban orientados a la práctica clínica los cuales no consideran el entorno escolar dentro de su estructura metodológica.

## Resultados

### Definiciones y teorías

La alimentación es uno de los problemas fundamentales que presenta el mundo contemporáneo donde reina el hambre y la extrema pobreza que son los causantes de la inseguridad alimentaria y nutricional. El proceso de globalización que impone un nuevo modelo de alimentación mediante las multinacionales que promocionan la comida rápida. El mal uso de los alimentos disponibles y la toma de decisiones incorrectas sobre el consumo de estos está propiciado por factores socioculturales que traen consigo hábitos alimentarios inadecuados y una serie de enfermedades. Tenemos una serie de hábitos alimentarios que forman parte de nuestra historia, de nuestras tradiciones, de nuestra cultura y, por ende, están muy arraigados. Muchas de estas costumbres están distanciadas de lo que se considera una dieta sana, incapaz de garantizar una mejor calidad de vida (Barrial 2012).

En el contexto de la EAN, el ser humano recibe, desde su nacimiento y durante toda su vida, una serie de normas de conducta y refuerzos, positivos o negativos, determinantes para la toma de decisiones en la elección y consumo de sus alimentos. Adicionalmente constituye una propuesta estratégica en la formación humana para la vida. Es una línea de trabajo pedagógico que permite adquirir mayor consciencia acerca de la importancia de la primera necesidad humana y nos induce a revalorar la propia cultura alimentaria (Sánchez 2015).

Durante la infancia se establecen la mayoría de los hábitos y conductas, por ello es en esta etapa en la que se debe enseñar la manera correcta de alimentarse, para lograr un crecimiento adecuado y evitar los malos hábitos alimentarios, el desarrollo de la obesidad y el sobrepeso (Martínez-García 2016).

La EAN se encuentra inserta en el marco de la atención nutricional, realizada por un/ una nutricionista, cuyas etapas son: diagnóstico, plan de intervención, monitoreo, resultados e impacto. La EAN se realiza principalmente en la etapa de la planificación de la intervención, aunque tanto en las etapas de los resultados como en el impacto también se refuerza (Espejo 2022).

La EAN involucra actividades a nivel individual, comunitario y de políticas públicas, y tiene tres fases esenciales:

**Fase de motivación:** El objetivo es crear conciencia y aumentar la motivación del público objetivo. En esta fase, el enfoque está en identificar/profundizar el por qué se quieren realizar los cambios; esto se logra haciendo que las personas reconozcan y valoren los beneficios de realizar un cambio en su alimentación. Es decir, aumentar la percepción de riesgo respecto a la patología o situación de salud actual. Para esto se pone a disposición de las personas, datos, cifras o ejemplos de salud. Luego, se deberían explorar las barreras que impidan ejecutar acciones, ya sean barreras personales (creencias, miedos, etc.) o externas

(falta de apoyo social, económicas o prácticas). Finalmente, se propone en conjunto buscar maneras de superar estos obstáculos teniendo en cuenta las propias fortalezas y competencias de la persona (Espejo 2022).

**Fase de acción:** La meta es facilitar la capacidad de ejecutar acciones. Por lo tanto, en esta fase el enfoque es en cómo hacer cambios. El propósito es ayudar a disminuir la brecha entre la intención de mejorar la conducta alimentaria y la acción real, y que los cambios se mantengan en el tiempo. Lo anterior, se ve reflejado en el planteamiento de metas o planes de acción específicos planteados en conjunto con la persona. Para que esta fase sea exitosa, es esencial que la personas aprendan herramientas de autocontrol para manejar situaciones difíciles y desarrollen hábitos personales que les ayuden a mantener una alimentación adecuada para sus condiciones de salud. Es en este punto donde las personas deben adquirir conocimientos relacionados a alimentos y nutrición, para que puedan actuar en función de sus motivaciones (Espejo 2022).

**Fase dependiente del ambiente:** Los nutricionistas trabajan con otras personas (como, por ejemplo, legisladores) para promover apoyo para las acciones de la fase anterior. Por lo tanto, el educador en nutrición trabaja con personas encargadas de la toma de decisiones a nivel comunitario, regional y nacional para mejorar las estructuras sociales, políticas alimentarias y aumentar la disponibilidad de comidas saludables a precios accesibles (Espejo 2022).

### Nutrición y rendimiento escolar

La relación entre desnutrición y rendimiento escolar ha sido tema de estudio durante las últimas décadas y se ha convertido en punto de referencia para crear programas que beneficien y protejan a menores de edad de la desnutrición, estimulen su permanencia en las instituciones educativas y mejoren el desarrollo cognitivo y el rendimiento escolar de los niños, niñas y adolescentes (Bonilla 2022). Desde luego, para comprender el impacto existente entre las variables anteriormente señaladas se requiere precisar conceptualmente que la nutrición se define: “Como la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo, una buena nutrición, indica una dieta suficiente y equilibrada combinada con el ejercicio físico regular, esto es un elemento fundamental de la buena salud. Por su parte, una mala nutrición puede reducir la inmunidad, aumentar la vulnerabilidad a las enfermedades, alterar el desarrollo físico y mental, y reducir la productividad” (OMS 2017).

La desnutrición crónica, identificada por el retraso en el crecimiento lineal o la talla baja de los niños, está asociada con menor desempeño escolar, así como con menor productividad y menor ingreso laboral en la vida adulta. La deficiencia de micronutrientes, según el documento faltó: “como el zinc” eleva el riesgo de sufrir de talla baja, mientras que la de otros nutrientes como el hierro y el yodo afecta el desarrollo cognoscitivo y motor de los niños (Bonilla 2022).

A partir de allí, es indudable la relevancia de la alimentación de los niños, niñas y adolescentes, puesto que la alimentación es la que proporciona la energía para que el cuerpo se mantenga en movimiento. De la misma forma, para quienes se encuentran en etapas de crecimiento y desarrollo es de gran vitalidad consumir raciones que aporten todos los nutrientes necesarios en cada una de las etapas de crecimiento, dado que la mala o ausencia de la ingesta de alimentos puede causar desnutrición, afectando su funcionalidad y causando daños irreversibles como los expuestos a continuación (Bonilla 2022).

En la desnutrición severa los niños tienen un cerebro de menor volumen y peso, en los que las células de la corteza cerebral son de menor tamaño y con menor número de axones mielinizados, así como menor cantidad de sinapsis y alteraciones en el metabolismo de los neurotransmisores. Lo anterior explica su menor capacidad para integrar estímulos sensoriales, memorizar, procesar información, mantener la atención y resolver problemas,

a lo que se añade una reducida habilidad para afrontar situaciones estresantes, todo ello puede repercutir negativamente en su desempeño escolar. A diferencia de la desnutrición crónica, la depleción de reservas de grasa subcutánea puede limitar la capacidad de aprendizaje, mediante un mecanismo similar al que ocurre cuando los sujetos ayunan. El ayuno da lugar a una menor concentración de la glucosa, que tiene como respuesta una disminución en la concentración de insulina y aumento del cortisol y los ácidos grasos libres. Como consecuencia se compromete la disponibilidad de glucosa para las neuronas, lo que puede dar lugar a una menor capacidad de las funciones cognitivas (atención y memoria de corto plazo) que pudiera traducirse negativamente en el rendimiento escolar. La reducción en las reservas de grasa puede contribuir al ausentismo escolar y a sus consecuencias.

Con lo anteriormente expuesto se puede inferir que la inversión en nutrición es una necesidad y no una simple condición del derecho, puesto que la evidencia demuestra la importancia de la nutrición para el poder intelectual y educacional. Así pues, los programas de salud y nutrición escolar, las intervenciones en adolescentes y ayudas terapéuticas en algo funcionan y aportan al mejoramiento y rendimiento escolar. Sin embargo, debido a la falta de intervenciones más tempranas en su vida, muchas veces los niños y niñas ya entran al colegio con serios problemas de desnutrición y difícilmente la institución educativa, con su intervención a favor de la nutrición, logra suplir la necesidad de los niños de forma óptima, pues como lo sostienen en Fernández y Pinedo (1988), “la dieta es uno de los componentes de los estilos de vida que ejerce una mayor influencia sobre la salud, determinando de forma decisiva el desarrollo físico y el crecimiento, la reproducción y el rendimiento físico e intelectual”.

El estudio del consumo de alimentos se ha extendido en los últimos años al reconocimiento tanto de factores influyentes, como de los mecanismos por los cuales estos inciden, lo cual ha favorecido el análisis en el ámbito del comportamiento alimentario. Este último es entendido como el conjunto de acciones vinculadas al consumo de alimentos en las cuales hay actividades rutinarias de selección de cantidades y tipos de alimentos, lugares y compañías de consumo, formas de selección y preparación, entre otros. La anterior tendencia se ha dado debido al aumento de enfermedades crónicas no transmisibles y al desequilibrio entre el consumo de nutrientes y la necesidad de estos. Lo que se ha reflejado en la epidemia mundial de sobrepeso y obesidad, la cual va acompañada de otras alteraciones como enfermedad cardiovascular, diabetes mellitus, hipertensión arterial, entre otras (Díaz-Beltrán 2013).

En vista de lo anterior, hay un claro reconocimiento de la importancia del comportamiento alimentario, en especial en la población infantil. Esto porque es en esta etapa de la vida donde se definen las bases de la conducta para etapas posteriores; de ahí que, aquellas actividades rutinarias, tengan una alta probabilidad de mantenerse a través del tiempo. En el caso del consumo de alimentos, generará per se efectos positivos o negativos en el estado nutricional de la población adulta venidera.

### **Recursos de educación alimentaria y nutricional**

El uso de material educativo es útil para apoyar la EAN, contribuyendo a mejorar los resultados de la intervención y favorecer el desarrollo de aprendizajes significativos con material didáctico, pedagógico y de acuerdo al contexto social, cultural (raza, idioma, nacionalidad y religión), económico y ambiental considerando la edad, el género, las características físicas, el nivel educativo, el conocimiento digital de los escolares y el acceso a tecnologías como internet, redes sociales, etc.

Por último, los estilos de aprendizaje de los escolares. Es fundamental tomar en cuenta la asistencia al centro escolar de niñez con discapacidad, de tal forma que el material se adapte y genere mayor comodidad para todos los escolares.

A continuación, se detallan diferentes actividades y materiales educativos que son de utilidad para la EAN.

**a. Material educativo escrito:** Una manera de realizar educación efectiva es complementar las indicaciones dadas verbalmente con la entrega de material escrito. Además de ser económico para el profesional de salud, el material escrito permite a la persona poder controlar la velocidad a la que lee y, por lo tanto, comprender la información. Algunos de los problemas principales que se han identificado en cuanto al uso del material educativo escrito son el uso de información muy detallada y no esencial; el uso de lenguaje que requiere niveles educativos altos y la falta de incentivo para que el lector interactúe con el material (Espejo 2022).

Para que un material educativo escrito sea útil, el profesional de salud debe considerar al menos siete aspectos durante su elaboración (Espejo 2022).

1. **Contenido:** Debe ser preciso, relevante para la persona, basado en evidencia, permanentemente actualizado y con recomendaciones prácticas.
2. **Nivel educacional:** Debe considerar la capacidad lectora y de comprensión de la persona para orientar la lectura del material educativo.
3. **Material gráfico:** Debe utilizar distintos recursos para entregar la información visual, como fotografías, listas, cuadros o gráficos.
4. **Diseño y tipografía:** Debe ser atractiva visualmente.
5. **Principios de motivación:** Debe ser dirigida hacia el grupo objetivo, involucrando al lector (Ej. usar preguntas y respuestas, resolviendo problemas, etc.).
6. **Relevancia cultural:** Debe considerar factores culturales primarios (como por ejemplo raza, idioma, nacionalidad y religión) y secundarios (edad, género, nivel educacional, nivel socioeconómico, etc.).
7. **Factibilidad:** Considerar el costo del material educativo, el equipo necesario para mostrar la información y accesibilidad a la información entre otros.

**b. Sesiones educativas y talleres grupales:** Las intervenciones educativas grupales permiten hacer énfasis en la relación entre los alimentos que consume la persona y el objetivo que se quiere lograr con la intervención, promover cambios conductuales, mejorar el conocimiento de alimentos beneficiosos y perjudiciales para patologías específicas, entregar herramientas necesarias para hacer cambios en estilo de vida, y promover el apoyo grupal entre los participantes (Espejo 2022).

**c. La cocina como sitio de EAN:** Otra opción que está siendo usada para la EAN son las “cocinas educativas”, descritas como lugares donde los individuos puedan adquirir habilidades culinarias a través de clases de cocina, información nutricional de alimentos y visitas por centros donde comercializan alimentos. Así, se busca que los participantes puedan mejorar sus elecciones alimentarias, preparar sus propias comidas en sus casas, y aprender a leer etiquetado nutricional. De esta forma, se mejora la calidad de la EAN en adultos (Espejo 2022).

**d. Uso de internet como fuente de material educativo:** La masificación del uso de internet ha contribuido a la búsqueda autónoma de información relacionada a la salud. Las redes sociales pueden ser una herramienta rápida, directa y de bajo costo para realizar EAN, ya que entre un 20 y un 34 % de quienes buscan información relacionada a salud lo hacen a través de redes sociales como Facebook o Instagram. Para incorporar las redes sociales como un material educativo en nutrición, es necesario ser estratégico en el abordaje del contenido; ser consistente en la creación de contenidos y en la mantención de la red social, y asegurarse de que el formato en el que la información nutricional es compartida sea relevante para el público objetivo (Espejo 2022).

**e. Otras tendencias innovadoras en salud:** A través del uso de dispositivos portátiles y aplicaciones de teléfonos inteligentes, se puede entregar información relacionada a la dieta, ejercicio y parámetros fisiológicos relevantes de la persona (desde aplicaciones para el conteo de pasos diarios hasta aplicaciones para determinar el aporte nutricional alimentos). Los educadores en salud deben conocer e incorporar estas herramientas digitales que son de uso masivo en la actualidad. El grupo etario más joven son los que aceptan con mayor frecuencia la unión entre los dispositivos móviles y el tratamiento médico. Las aplicaciones o apps para teléfonos inteligentes carecen de un sistema de evaluación con una base de evidencia científica, y en las tiendas de aplicaciones las que aparecen primero suelen ser las más populares, por lo que, aquellas diseñadas para grupos más acotados, como enfermedades o comportamientos específicos que pueden ser menos comunes en la población, resultan más difíciles de encontrar (Espejo 2022).

En consecuencia, en el ejercicio profesional, es necesaria la creación de un material educativo, individualizado a las características de las personas, que logren llamar su atención con base a un diseño atractivo que permita reforzar así, la EAN.

### **Roles de la comunidad educativa**

La EAN debe orientarse a potenciar o modificar los hábitos alimentarios, involucrando a todos los miembros de la comunidad educativa; niños, padres, maestros y directivos. Educar sobre la necesidad e importancia de una buena alimentación implica: descubrir y erradicar creencias, mitos y conductas erróneas; promoviendo una mayor conciencia sobre las múltiples funciones o roles que juega o debe jugar la alimentación en las diversas esferas de la vida, la salud, los aprendizajes, la producción, distribución y consumo de alimentos; y el énfasis que la educación debe asumir, sobre todo en la infancia, en el fomento de conceptos, actitudes y conductas claras y fundamentales sobre la alimentación. Todo esto es posible si se generan prácticas educativas de calidad, que permitan acceder a una participación activa y reflexiva en la toma de decisiones críticas (Jiménez 2023).

Es por ello que juega un papel importante la educación alimentaria, la cual es responsabilidad tanto de la familia como de la escuela. La familia tiene un papel decisivo en la educación de los más pequeños de la casa para que adquieran adecuados hábitos alimentarios, pues es a través de la interacción con los adultos que los niños adquieren determinadas actitudes, preferencias, costumbres y hábitos alimentarios que están fuertemente influenciados por las prácticas alimentarias que realiza la familia. Por otra parte, los círculos infantiles y las escuelas también poseen un rol importante en la EAN con el objetivo de mejorar la conducta alimentaria, para elevar la calidad de vida de la población (Barrial 2012).

Por otro lado, Bejarano en su artículo “Educación alimentaria y nutricional en la salud pública. Complejidades y perspectivas” hace mención del término “Alfabetización Nutricional-(AN)”, el cual surge como una forma distinta de la “Alfabetización en Salud-(AS)”, definida como la capacidad de acceder, comprender y utilizar información de salud; sin embargo, los académicos continúan reflexionando sobre las habilidades y capacidades de los promotores de salud en el marco de las discusiones sobre lo que significa ser alfabetizado en alimentos y en salud. Desde otra mirada, la “Alfabetización Alimentaria-(AA)” es la capacidad de obtener y aplicar el conocimiento, la motivación, la confianza y las habilidades para comprender y aplicar la guía dietética recomendada por el gobierno; también implica la influencia de las elecciones personales de alimentos en la calidad y cantidad necesaria, el medio ambiente y la economía para apoyar la salud dentro de un sistema alimentario sostenible (Bejarano 2023).

### **Merienda escolar**

La provisión alimentaria escolar o como se le llama en otros distintos países, merienda escolar, se desarrolla en distintos países cuanto menos desde mediados del siglo xx, aunque se expande con fuerza hacia fines del mismo siglo. Se fundamenta en estrategias que buscan

alcanzar a la mayor parte de la población infantil para asegurar la provisión de alimentos y comidas durante una o dos veces al día, por medio del comedor escolar (Fuentes 2023). Estas iniciativas buscan compensar escasez o desequilibrios de la alimentación en los hogares, con la finalidad de asegurar mejores condiciones de escolarización, y en el caso analizado, en Argentina, se desarrollan en establecimientos cuya población tiene peores indicadores de pobreza y vulnerabilidad social (Britos 2016). También pueden incrementar la diferenciación escolar, aumentando la segmentación educativa: escuelas privadas que reúnen a familias de sectores privilegiados, por ejemplo, poseen condiciones para una provisión alimentaria que por su continuidad y sus recursos contribuye a producir distinción en relación con escuelas estatales. La alimentación en la escuela está signada por una pronunciada desigualdad (Fuentes 2023).

## América Latina y el Caribe

Respecto a América Latina se han reportado experiencias educativas en EAN, que incluyen, pero trascienden el debate sobre cuales temas y contenidos de nutrición han de priorizarse.

En algunos países como Brasil, Argentina o Colombia se desarrollan estrategias pedagógicas específicas que incluyen EAN que busca potenciar hábitos alimentarios que tiendan hacia una mayor integralidad, diversidad y el acceso a una dieta saludable. Para ello, es necesario replantear la manera en que los actores escolares se relacionan con los saberes de las familias y los propios, para su integración en la dinámica de trabajo escolar cotidiano (Bustos 2017).

En escuelas de Buenos Aires, Argentina, el uso del tiempo y el espacio, los hábitos de convivencia durante la ingesta alimentaria y la actividad física lúdica diferenciada por género configuran el currículo oculto de la educación alimentaria y que este currículo es determinante en la adquisición de los hábitos dietéticos del alumnado (Piaggio 2011). Asimismo, se ha propuesto que los comedores escolares con una oferta alimentaria de calidad operan como un factor protector en la salud del alumnado en Montevideo, Uruguay, mientras los desajustes en su respectiva dieta se darían en otros ámbitos (Köncke 2021).

De este modo, los centros educativos se convierten en un entorno idóneo para adquirir conocimientos sobre hábitos saludables y prevención de obesidad. Además, es esencial fomentarlos durante la edad preescolar, ya que definirán el estilo de vida en la etapa adulta (Nerea Blanco-Martínez 2024).

Otras alternativas de propuestas como las referidas tienden a enfocarse en las conductas individuales más que en el entorno físico y social de la ingesta alimentaria. Por ejemplo, en alumnado de escuelas urbanas y rurales de Paraguay la intervención pedagógica sustentada en clases extra de educación física, sesiones breves, pero frecuentes de actividad física y lecciones extra de educación alimentaria, impartidas por el propio profesorado apoyado con guías didácticas estándar adaptadas al contexto local, tuvo efectos favorables en los niveles de adiposidad de su población escolar (González 2020).

En comunidades rurales aimaras del área andina, la educación alimentaria infantil se transmite mayormente por la familia, mediante la experiencia, a través de juegos y observación participante en labores agrícolas, ganaderas y colecta de plantas medicinales y comestibles, al tiempo que el trabajo en el aula escolar se orienta hacia la lectura y la escritura. Esto muestra la posibilidad de identificar y aprovechar ciertas prácticas sociales y familiares como insumos para el desarrollo de la EAN (Apaza 2019).

Honduras por su parte, ha logrado importantes avances en la temática EAN, estableciendo procesos de formación a docentes que laboran tanto en el sector rural como urbano, esto se ha logrado con el apoyo de diferentes organismos de las Naciones Unidas como la FAO. Actualmente, existe un currículo EAN que se ha implementado a nivel básico y medio con grandes resultados. El Programa Nacional de Alimentación Escolar (PNAE) en Honduras, de igual forma, ha trabajado diferentes metodologías que se han incorporado al Currículo

Nacional Básico Hondureño con el objetivo de abordar la creciente malnutrición con un enfoque de reducción de la pobreza de forma intersectorial e interdisciplinar.

Con todo, en América Latina las iniciativas en EAN reportadas en la literatura especializada en pedagogía mayormente tienden a sustentarse en una pedagogía mecanicista, la cual supone cambios en las conductas alimentarias a partir de un currículo fragmentado de la transmisión de información y de talleres paralelos al currículo prescripto (Fuentes 2023).

Por su parte, desde la perspectiva salubrista se tiende a mirar al profesorado de las escuelas como sujeto de intervención que requiere ser entrenado por especialistas en salud para ser monitor que garantice fidelidad de la comunidad a intervenciones en educación nutricional (Murimi 2018).

Así, con el afán de generar modelos estandarizados de intervención, tal perspectiva es proclive a obviar conocimientos y saberes de las propias comunidades, especialmente cuando estas conviven bajo pautas cotidianas de Participación Social en Salud (PSS), emergidas desde la propia colectividad. En este estudio se designa PSS a un recurso local generado por las comunidades para: a) sobrevivir en condiciones adversas o b) orientar la transformación social desde lo local (Menéndez 1998).

Respecto a la salud, esta puede ser la organización de los colectivos sociales para resolver problemas específicos cuando las instancias responsables –por ejemplo, el Estado– no lo hacen. (Hernández-Ramírez 2023).

Resulta oportuno analizar propuestas de EAN generadas en comunidades educativas con PSS que procuran solventar el cumplimiento de tales derechos. La información obtenida podría ser útil para la reflexión y eventual traza de estrategias en EAN en contextos análogos (Fuentes 2023).

Es necesario entender estos enfoques para comprender lo que vendría a ser el enfoque EAN, considerando todas las aristas pertinentes, vinculando actores que tienen un rol fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para el logro de aprendizajes significativos que logren atravesar barreras culturales y sociales que, en ocasiones, perpetúan los estados de malnutrición, pobreza e inseguridad alimentaria y nutricional.

### **Enfoque EAN**

El enfoque de la EAN se ha centrado en atender las múltiples consecuencias sindémicas de las transiciones: nutricional, epidemiológica, demográfica y ambiental, que son una costosa problemática sanitaria mundial que ha traído el incremento de las enfermedades crónicas e inflamatorias como la obesidad y sus comorbilidades (Bejarano 2023).

Otras situaciones atribuibles a los determinantes sociales de la salud son la desnutrición infantil, la doble y triple carga nutricional en muchos hogares (más evidentes en países menos desarrollados), agravadas por el hambre y pobreza, y especialmente por las desigualdades que generan las políticas sociales y los sistemas económicos (Bejarano 2023).

En general, la EAN ofrece una posibilidad de reducir el impacto de las diferentes patologías relacionadas a estados nutricionales de malnutrición. En el ámbito individual de la niñez es necesario considerar el inicio de esta etapa como la mayor oportunidad para lograr estos cambios mejorando los entornos alimentarios escolares a través de diferentes conocimientos, cambio de actitudes y fomento de prácticas saludables.

En tal sentido, es importante considerar que: los hábitos alimentarios, la higiene y los estilos de vida saludables; se asimilan e integran a la personalidad durante los primeros años, consolidándose hasta perdurar incluso en la edad adulta; de ahí la importancia de brindar una orientación adecuada y oportuna a los docentes, la familia y otros adultos

significativos en cuanto a qué y cómo hacer para promover la enseñanza y el aprendizaje de hábitos saludables que ayuden a proteger y cuidar la salud (Sánchez 2015).

Razón, por la cual, la promoción, formación y consolidación de los hábitos alimentarios y estilos de vida saludables de forma sistemática contribuye a (Sánchez 2015).

1. Prevenir desde las primeras etapas de la vida la aparición de trastornos y enfermedades vinculadas con la alimentación y nutrición.
2. Lograr conocimientos en materia de salud, nutrición y estilos de vida saludables adaptados al nivel de aprendizaje de los niños, las niñas, docentes y adultos significativos, para su aplicación en la rutina escolar y familiar.
3. Favorecer una relación alimentaria sana y estimuladora de actitudes positivas en los niños y las niñas hacia una alimentación saludable.
4. Valorar y aprender las pautas de conducta y actitudes que contribuyan a estimular la protección y cuidado de su salud integral.

### Guías Alimentarias Basadas en Alimentos

Una alternativa que los países han adoptado como parte de sus estrategias EAN, son las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos o (GABAS), las cuales surgen como una forma de transmitir conocimientos en alimentación y nutrición para toda la población del país, procurando un entendimiento sencillo y práctico que busca la integración de actividades lúdicas y pedagógicas, además de conocimientos especializados en alimentación saludable, higiene, manipulación de alimentos utilizando en muchos casos el reciclaje, los huertos escolares pedagógicos y otras alternativas para fomentar dichos conocimientos.

Las GABAS están destinadas a ser las pautas nacionales que definan la alimentación saludable y no solo deben ser aplicadas para informar a la población sobre mejores prácticas dietéticas, sino que además deben orientar políticas sectoriales vinculadas con la seguridad alimentaria y nutricional en educación, agricultura, desarrollo social y servir como un mecanismo de actualización constante. Para ello, es importante la inclusión de la temática agrícola como tema a desarrollar dentro de los programas de capacitación o en promover/impulsar la materia curricular en agricultura. Dicho esto, se ha enfocado estas normativas hacia los huertos escolares con enfoque pedagógico para que los alumnos conozcan los métodos de siembra, cultivo, selección, preparación, consumo y, de esta forma, para que valoren aún más lo que comen (Tudor 2021).

### Entornos alimentarios escolares

El entorno alimentario escolar hace referencia a todos los espacios, infraestructuras y circunstancias dentro de las instalaciones escolares y en sus alrededores en que se encuentran, obtienen, compran o consumen alimentos (por ejemplo, pequeñas tiendas, quioscos, cantinas, vendedores de alimentos, máquinas expendedoras), y al contenido nutricional de esos alimentos. El ambiente también incluye toda la información disponible, la promoción (comercialización, publicidad, marcas, etiquetas de los alimentos, envases, promociones, etc.) y el precio de los alimentos y productos alimenticios (FAO 2024).

En los países de América Latina existen muchos factores relacionados con el ambiente alimentario escolar que influyen negativamente en las prácticas alimentarias; entre los más destacados se encuentran (Álvarez 2011).

Alimentos como medio de recaudación de fondos. La mayoría de las escuelas venden alimentos para recaudar fondos. Estos alimentos, generalmente tienen un alto contenido de azúcares, grasas y aditivos artificiales (por ejemplo: dulces, pasteles y galletas producidos industrialmente, papas fritas y bebidas azucaradas (gaseosas, jugos artificiales, etc.).

Alimentos utilizados en el salón de clase como incentivo o recompensa. Generalmente estos alimentos son altos en grasa y azúcares por ser los que más les gustan a los alumnos y alumnas. Publicidad de alimentos. En algunas escuelas se encuentra publicidad de alimentos con alto contenido en grasa, azúcar, sal, aditivos, etc., en las máquinas vendedoras, cubiertas de libros, tableros, paredes de corredores, tiendas escolares y en los eventos deportivos.

Venta de refrescos. En una gran parte de las escuelas los contratos para la venta de bebidas azucaradas generan bonificaciones y un porcentaje de ganancia sobre la venta, lo que se utiliza para hacer reparaciones dentro de la escuela o para comprar equipo. Estos contratos representan un desafío para la educación nutricional, porque las escuelas deben fomentar que los estudiantes consuman estos productos para asegurarse el mínimo de ventas según el contrato estipulado; pero, por otro lado, las directrices nutricionales deben abogar para que haya disponibles opciones saludables. Además, la falta de fuentes/bebederos de agua potable en un gran número de escuelas contribuye al consumo de bebidas azucaradas, lo que en varios países representa una alta ingesta de calorías (Álvarez 2011).

Venta de alimentos “chatarra”. Según muestran las evaluaciones realizadas por la FAO en El Salvador, Honduras, Guatemala, República Dominicana y algunos países del Caribe, sobre los alimentos disponibles dentro y fuera de los centros escolares, en la mayoría de los establecimientos escolares los alimentos chatarra son los de mayor disponibilidad y acceso, debido al bajo costo y predilección por los escolares. En las tiendas de la mayoría de las escuelas estudiadas los alimentos y bebidas predominantes eran los procesados y/o industrialmente producidos, siendo la gran parte de esta fuente de gran cantidad de azúcar, sal, grasas saturadas y aditivos artificiales (por ejemplo: nachos jalapeños, quesitos, churros, papalinas, maní salado y elotes con sal y limón; galletas y dulces; bebidas gaseosas y jugos artificiales). En muy pocos casos se encontraron frutas frescas, y los productos preparados existentes eran principalmente frituras.

En cuanto a la alimentación escolar se encontró que en las escuelas en las que existen huertos escolares, la alimentación se complementa con los productos que se producen en el huerto. Esto fomenta el consumo de vegetales y frutas por parte de los alumnos y alumnas, además de permitir el aprendizaje de los niños y niñas sobre los procesos productivos (Álvarez 2011).

## **Alternativas de educación alimentaria nutricional en entornos escolares**

### **Cambios en el ambiente alimentario escolar**

En la mayoría de los países latinoamericanos, el ambiente escolar se ha convertido en un ambiente obesogénico, lo que ha contribuido al aumento del sobrepeso y la obesidad en los escolares de la región. Por lo tanto, es necesario que se produzcan cambios en el ambiente para crear y reforzar nuevas conductas alimentarias positivas y que estas se adopten de manera voluntaria. Las modificaciones en el ambiente reducen las barreras al cambio si se proveen los productos o servicios que hacen más fácil la adopción de nuevas conductas. Por ejemplo, el aumento de la disponibilidad de vegetales y frutas en los almuerzos y en las tiendas escolares hace la adopción de esta práctica por parte de los escolares más factible (Álvarez 2011).

### **Publicidad alimentaria**

La escuela debe desarrollar en los y las niñas las herramientas necesarias para tener una visión crítica frente a la publicidad alimentaria que se dirige a ellos. El desarrollo de audiencias críticas infantiles frente a la publicidad de alimentos permite contrarrestar lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que ocurre cuando “se aprovecha de la credulidad e inexperiencia de los niños” (Álvarez 2011).

### **Políticas, regulaciones y estándares nutricionales**

En las agendas políticas mundiales se ha promovido, como una meta de desarrollo, la erradicación de la pobreza y el hambre. Se ha elaborado una amplia legislación al

respecto, a nivel internacional y al interior de los diversos países, pues hay consenso en que no es posible hablar de desarrollo sin superar estos dos flagelos que afectan el nivel de bienestar de la población que los padece y que establece círculos viciosos para el desarrollo. Actualmente, existe amplia evidencia que demuestra la relación estrecha entre nutrición y rendimiento educativo. Diversos estudios que se han realizado en el mundo y, desde luego, en Colombia, apuntan a afirmar que la desnutrición en niños y niñas incide en el desarrollo cerebral y en su capacidad para integrar estímulos sensoriales, memorizar, procesar información, mantener la atención y resolver problemas, a lo que se añade una reducida habilidad para afrontar situaciones estresantes, todo lo cual puede repercutir negativamente en su desempeño escolar (Bonilla 2022).

Complementan estos enfoques y pueden tener un impacto importante y positivo en la adopción de nuevos comportamientos. Las políticas y regulaciones pueden asegurar el logro de los comportamientos deseados en situaciones en que es difícil que se pongan en práctica por presiones sociales. Las políticas y los estándares nutricionales de los alimentos disponibles en las escuelas hacen más fácil y factible para un estudiante el consumir más frutas y vegetales, y consumir menos alimentos chatarra y refrescos artificiales; a pesar de que estos últimos son, según muestran los estudios, los más deseados por los estudiantes y los más rentables para las escuelas (Álvarez 2011).

### **Vinculación entre la nutrición y la agricultura familiar**

Gran parte de los ingresos de muchos países con ingresos bajos y medios procede de la agricultura. Los huertos familiares de las zonas rurales y urbanas pueden ser un complemento esencial de la producción comercial de alimentos en la medida en que su tecnología, que necesita pocos insumos, y su facilidad de acceso permiten producir diversos cultivos y criar varios tipos de ganado menor, lo cual ofrece grandes posibilidades de mejorar el consumo de alimentos en el hogar. En el caso concreto de los niños pequeños, el aumento de la variedad, de las frutas y hortalizas ricas en micronutrientes y de los alimentos de origen animal (por ejemplo, ganado menor o pescado) puede marcar una enorme diferencia en lo que respecta al crecimiento y la salud. Sin embargo, quienes cultivan estos huertos deben ser capaces de apreciar las conexiones básicas entre los cultivos que eligen y las necesidades nutricionales y prácticas dietéticas de su familia. Para ello, los servicios de extensión agraria y sanitaria deben coordinar el asesoramiento que prestan y promover la educación nutricional, de ser posible estableciendo vínculos con los huertos escolares y el plan de estudios (FAO 2011).

### **Mejora de la alimentación materna y de los niños pequeños**

El período decisivo desde el punto de vista del crecimiento y el desarrollo cognitivo del niño se compone de los 1 000 días transcurridos desde la concepción hasta que el niño cumple dos años. Si durante este período se nutre mal a los lactantes y niños estos no crecen ni se desarrollan bien, ni física ni mentalmente, y de mayores pueden padecer obesidad y problemas de salud crónicos. Por lo general, se conviene en una serie de prácticas y regímenes alimentarios recomendados para las mujeres y los niños pequeños, y se han registrado progresos al respecto, pero queda mucho camino por recorrer. Debe mejorarse el asesoramiento en materia de nutrición dirigido a las niñas pequeñas y las mujeres, en particular a las madres; ha de hacerse un uso óptimo de las dietas locales, que deben vincularse con intervenciones en materia de seguridad alimentaria; se precisa una educación intensiva sobre alimentación complementaria (FAO 2011).

### **Promoción de la educación nutricional en las escuelas**

Las escuelas primarias ofrecen un entorno excelente para promover el consumo de alimentos sanos toda la vida y mejorar la seguridad nutricional sostenible a largo plazo. Una buena nutrición es fundamental para el desarrollo físico y mental del niño; los niños en edad escolar son consumidores de alimentos, actualmente y en el futuro, y serán padres, a la vez que representan un vínculo importante entre la escuela, el hogar y la comunidad.

El problema reside en que la nutrición apenas está representada en los planes de estudio y la formación de profesores, tiene que competir con otras asignaturas de un plan de estudios ya excesivamente denso, se suele impartir mal y no tiende puentes con el hogar y la comunidad (FAO 2011).

En base a todo lo expuesto anteriormente, se alienta a los Estados a (Álvarez 2011):

Evaluar los ambientes alimentarios dentro de las escuelas y sus alrededores inmediatos, prestando particular atención a los alimentos con alto contenido de azúcares, sodio, grasas saturadas y/o trans, y aditivos alimentarios como colorantes y saborizantes artificiales.

Formular y promover políticas, estrategias y planes de acción en las escuelas que faciliten la adopción de dietas sanas, tratando de incluir únicamente alimentos, bebidas saludables, con el objetivo de evitar el consumo excesivo de alimentos que puede conducir a la desnutrición, sobrepeso y obesidad y enfermedades asociadas con la mala alimentación (diabetes, hipertensión arterial, ciertos tipos de cáncer, etc.). Restringir la propaganda de bebidas carbonatadas y azucaradas, así como de alimentos chatarra, en todas las escuelas y en sus alrededores.

Fortalecer el alimentario nutricional en el currículo de las escuelas, haciendo uso de actividades prácticas (como el huerto escolar); de modo que se dote a los escolares con información y práctica; e involucrando a los padres y madres y comunidades. De ese modo se favorece la adquisición de conocimientos y hábitos para tomar decisiones adecuadas con relación a su alimentación a lo largo de toda la vida, y previene la aparición de enfermedades asociadas a una alimentación inadecuada.

## **Desarrollo y discusión**

Basados en estos resultados, se pueden tocar diferentes puntos clave relacionados con la implementación, efectividad y los factores contextuales que afectan la EAN en el entorno escolar, principalmente relacionados a las intervenciones, alternativas y estrategias que se desarrollan e implementan en los centros educativos.

### **Docentes**

La revisión pone en relieve la importancia del rol de los docentes en las intervenciones de EAN. Se encontró evidencia, de cómo las competencias, la formación específica y la percepción de los docentes y otros actores (como directivos, personal de salud, padres, madres y cuidadores) influyen en la efectividad de los programas. En muchos países este rol se ve organizado a través de los Comités de Alimentación Escolar que se estructuran para liderar tareas como la implementación de huertos escolares pedagógicos, el diseño de los menús y la preparación de alimentos, la supervisión de la entrega y logística de los alimentos por parte de los programas de alimentación escolar y la promoción de hábitos y entornos alimentarios saludables. En estas tareas, es relevante considerar la movilización de recursos actuales, verificando si son suficientes o si es necesario focalizar más presupuesto hacia los mismos, esto es un punto clave para el éxito de las intervenciones en EAN.

La necesidad de formación docente en EAN, de igual manera, resulta necesaria, no solo para el cumplimiento de los objetivos de los programas de alimentación escolar, sino también en cuanto a la capacidad de réplica y difusión que tienen los docentes en la comunidad escolar, actuando de cierta forma, como un sistema de extensión nutricional en las escuelas. De igual forma, existe una necesidad de integración de la EAN en el currículo escolar de forma más profunda y sostenible, abarcando no solo asignaturas como biología o ciencias de la salud, sino también integrando aspectos de economía, cultura y sociedad. Esta integración ha tenido éxito en otros contextos o países, principalmente en países de América Latina y el Caribe, ya que se ha adaptado a las particularidades locales.

## Familias y la comunidad educativa

El involucramiento de la comunidad y las familias es un factor determinante para el éxito de los programas. El nivel de involucramiento de los padres, madres y cuidadores en este proceso educativo refuerza y extiende los aprendizajes en el hogar. Además, la participación de la comunidad en iniciativas como huertos escolares, abre la posibilidad para la creación de huertos familiares y comunitarios, además de la implementación de ferias de alimentos saludables para fortalecer los mensajes que se transmiten en las escuelas.

### Escolares

Existe una relación entre el rendimiento académico y los hábitos alimentarios saludables. La evidencia sostiene que una buena nutrición está vinculada con mejoras en la concentración, la memoria y el desempeño académico en general. Este punto se ha reflejado en escuelas que implementan EAN, las cuales muestran mejores resultados académicos. Es preciso tomar en cuenta que para que este desarrollo cognitivo sea alcanzado, de igual manera se deben tomar en cuenta factores como la alimentación y nutrición que el escolar tuvo durante los primeros 1 000 días de vida hasta los cinco años y cómo este desarrollo cognitivo escolar puede variar según diferentes factores, entre ellos el entorno alimentario en que el niño o niña se desarrolle, de igual forma, la duración e intensidad de los diferentes programas e intervenciones de los cuales hayan sido parte. La educación alimentaria escolar no solo tiene un impacto en el corto plazo en el rendimiento académico, sino también en la salud y los hábitos de vida a largo plazo. La evidencia muestra como los estudiantes que han recibido EAN en la escuela continúan aplicando esos conocimientos en su vida adulta, lo que potencialmente puede reducir riesgos de Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT).

La percepción de los estudiantes sobre la educación alimentaria y su motivación para cambiar hábitos también es fundamental. La participación de los estudiantes en actividades prácticas, como huertos escolares, talleres de cocina o proyectos de investigación, ha mostrado beneficios en términos de aprendizaje y aplicación de los conocimientos. Además, incluir su opinión y voz podría fortalecer el diseño de programas y políticas públicas que realmente respondan a las necesidades y problemáticas existentes. El uso de recursos digitales y tecnología es una alternativa de innovación en la enseñanza de la educación alimentaria. Aplicaciones educativas, juegos interactivos, plataformas de aprendizaje y redes sociales podrían ser herramientas útiles para hacer el aprendizaje más atractivo y accesible, especialmente en contextos donde el acceso a estos recursos sea viable.

Los factores psicológicos y de motivación en la adopción de buenos hábitos alimentarios por parte de los estudiantes es, de igual forma, fundamental para el éxito de las intervenciones en EAN. Las estrategias de EAN que han logrado buenos resultados consideraron elementos de la psicología del comportamiento, como el refuerzo positivo, el modelado por parte de los adultos, o actividades de autoconocimiento y metas personales, que motivan a los estudiantes a hacer cambios duraderos en su alimentación. El efecto que la EAN no se limita a este último aspecto, sino también en el bienestar emocional y social de los estudiantes. Una alimentación saludable no solo impacta en el rendimiento académico, sino también en el estado de ánimo, la autoestima y las relaciones interpersonales. Este enfoque holístico ha ayudado a entender que el impacto de una buena EAN va más allá de la salud física, apoyando también el desarrollo socioemocional.

Por último, con relación a los escolares, la revisión bibliográfica muestra que el contexto influye en la implementación y efectividad de los programas de EAN. Las desigualdades en el acceso a una alimentación saludable y el entorno socioeconómico y cultural afectan los hábitos alimentarios de los y las escolares. Es un pendiente de los estados explorar bajo un enfoque de interseccionalidad como las diferentes barreras se pueden derribar en contextos escolares desfavorecidos y vulnerabilizados teniendo como una alternativa la educación alimentaria nutricional para mitigar estas desigualdades bajo un enfoque de reducción de la pobreza, uno de los papales de la nutrición pública y comunitaria.

## Intervenciones y políticas públicas

La revisión destaca los casos de éxito a nivel local, nacional e internacional, particularmente en América Latina y el Caribe. Estas experiencias sirven de modelo para adaptarse a otros contextos, abordando las estrategias utilizadas, los recursos empleados y los factores específicos que contribuyeron a su éxito. Se debe considerar la sostenibilidad de estas intervenciones y el aseguramiento de que los programas mantengan su efectividad a largo plazo. Las limitaciones en la implementación actual de los programas y las oportunidades de mejora deben incluir la necesidad de la formulación de políticas públicas que respalden de manera más sólida la educación alimentaria en las escuelas, así como el desarrollo de evaluaciones más rigurosas para medir el impacto de estas intervenciones y proponer ajustes efectivos.

Ese rol que tienen las políticas públicas y el apoyo gubernamental en la implementación de programas de EAN en las escuelas resalta la necesidad de tener el respaldo necesario en términos de financiamiento, recursos y normativa explorando cómo una mayor implicación gubernamental podría mejorar la efectividad y alcance de estos programas.

En cuanto al costo, la sostenibilidad y viabilidad financiera de las intervenciones de educación alimentaria nutricional a largo plazo, es esencial incluir en los presupuestos a todos los posibles actores involucrados con el desarrollo y mantenimiento de estas; cómo los gobiernos, las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), la iniciativa privada y la academia que deben colaborar para hacer sostenibles las iniciativas de EAN en el ámbito escolar. Se debe considerar la necesidad de adaptar los programas de EAN para que sean flexibles y ajustables según la edad, el nivel de desarrollo, y las necesidades específicas de los escolares.

De acuerdo con los resultados, es evidente la necesidad que existe de evaluación y seguimiento a través de métodos y métricas para verificar la efectividad de las intervenciones de EAN. Esto incluye cómo las escuelas y los investigadores pueden hacer un seguimiento de cambios en el comportamiento alimentario, el rendimiento académico y la salud general de los estudiantes. La evidencia de igual forma resalta la necesidad de evaluaciones a largo plazo para observar si los cambios en los hábitos persisten y si los programas, principalmente de alimentación escolar necesitan ser ajustados periódicamente.

## Ética en educación alimentaria nutricional

La evidencia resalta la importancia de educar sobre la sostenibilidad y la ética en la elección de los alimentos, considerando temas como el impacto ambiental de ciertos productos, la venta de ultraprocesados en las escuelas, la importancia de reducir el desperdicio de alimentos, y el respeto por las culturas alimentarias locales y la cosmovisión de los pueblos. Estos temas vinculan la EAN no solo a temas de salud, sino también de responsabilidad ambiental y social.

En algunos contextos, existen barreras culturales o lingüísticas que afectan la implementación de intervenciones de EAN. La evidencia resalta la necesidad de adaptar el contenido y la metodología de las intervenciones para que respeten y consideren las tradiciones alimentarias y los idiomas de las comunidades, asegurando que la educación alimentaria sea inclusiva y respetuosa de la diversidad cultural.

## Conclusiones

**E**n este trabajo de revisión bibliográfica, se logró resaltar la necesidad que existe sobre investigar en temas de EAN, analizando la evidencia existente que permite entender mejor cómo los alimentos afectan la salud, el bienestar, el desarrollo y crecimiento de los y las escolares. Estas evidencias, permiten desarrollar estrategias e intervenciones para la mejora de los entornos alimentarios escolares, además de prevenir enfermedades

relacionadas con la malnutrición como la desnutrición, la obesidad y el sobrepeso infantil y la deficiencia de algunos micronutrientes. Por otro lado, esta evidencia en el ámbito escolar permite generar conciencia a los tomadores de decisión, sobre la importancia de la alimentación y la nutrición que permita tomar dichas decisiones de manera informada, lo que es clave para el logro de los objetivos y la sostenibilidad a largo plazo.

Es importante señalar que la educación alimentaria y nutricional es esencial para que los niños adopten hábitos alimentarios saludables. Estos procesos de enseñanza-aprendizaje tienen resultados a corto plazo en el rendimiento escolar, pero es necesario mantenerlos establecidos y en constante actualización dentro de los currículos escolares a través de diferentes estrategias pedagógicas que incluyan las temáticas de alimentación y nutrición, no solo para los alumnos, sino para toda la comunidad educativa, lo que permitirá resultados a largo plazo como la prevención de Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT). En consecuencia, es imprescindible incorporar actividades anuales obligatorias y accesibles para todos los estudiantes en los centros escolares vinculados a los programas de alimentación escolar. Estas actividades estarán dirigidas tanto a los padres como a los estudiantes y abordarían los temas de hábitos saludables y buenas prácticas alimentarias.

La EAN, surge como una necesidad de mejorar el estado nutricional, a través de diferentes alternativas e intervenciones que promueven conocimientos, actitudes y prácticas, pero también considera connotaciones sociales y culturales que se encuentran orientadas entre otras a la suma de estrategias de reducción de la pobreza y la vulnerabilidad social. Es imprescindible que los Estados logren asimilar la EAN, como una alternativa de prevención de la malnutrición y como una alternativa para la mejora del rendimiento académico de niños y niñas que asisten a los centros escolares, principalmente en el sector rural.

Los programas de alimentación escolar deben lograr establecer los mecanismos institucionales de fortalecimiento de capacidades como planes de formación a docentes, padres, madres, cuidadores para que estos sean parte de la mejora de los entornos alimentarios escolares a través de la alfabetización nutricional.

La niñez en edad escolar, es una de las poblaciones más vulnerables y a nivel mundial, los programas que implementan la EAN han tenido grandes experiencias de éxito, países en América Latina y el Caribe han logrado resultados sostenibles en poblaciones escolares, los resultados de estas intervenciones se verán reflejadas en el desarrollo de los escolares a largo plazo, por lo que replicar estos modelos pedagógicos es una forma de abordar la problemática del hambre, la pobreza, la malnutrición, la inseguridad alimentaria nutricional que concluirá en mejores oportunidades para el alcance del desarrollo social de los escolares, las familias y las comunidades.

La incorporación de todos estos aspectos ha permitido analizar el tema desde una perspectiva multidimensional, tomando en cuenta la influencia de la educación alimentaria en la salud, el rendimiento académico, el contexto cultural, y los factores socioemocionales, contribuyendo así a una discusión más completa y enriquecida. Este análisis permitió comprender mejor los elementos necesarios para crear intervenciones de EAN más sostenibles y efectivos en el entorno escolar, especialmente en aquellos que buscan mitigar las desigualdades y maximizar el impacto positivo en el rendimiento académico, la salud y la nutrición de los escolares.

## Referencias

- Álvarez, Carmen Dárdano y Cristina. 2011. *El Ambiente Alimentario en las Escuelas, las Políticas de Alimentación Escolar y la Educación en Nutrición*. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

- Apaza, J. et al. 2019. “Educación y alimentación en las comunidades aymaras de Puno”. *Revista de Investigación En Comunicación y Desarrollo* 10, núm. 1: 36-46. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.10.1.328>
- Barrial, Angélica María. 2012. “La educación alimentaria y nutricional desde una dimensión sociocultural como contribución a la seguridad alimentaria y nutricional”. *Contribuciones a las Ciencias Sociales. Eumed.net*. Universidad de Málaga. <http://www.eumed.net/rev/cccss/16/bmbm.html>.
- Bejarano, Jhon Jairo. 2023. “Educación alimentaria y nutricional en la salud pública. Complejidades y perspectivas”. *Revista Medicina* 45, núm. 22: 284-294. <https://doi.org/10.56050/01205498.2239>
- Bonilla, María Eugenia. 2022. “Análisis del programa de alimentación escolar como política pública para la permanencia escolar en los colegios públicos de Floridablanca”. *Repositorio institucional de CLACSO*. <http://biblioteca.repositorio.clacso.edu.ar/handle/CLACSO/17912>.
- Britos, S. et al. 2016. “Lineamientos para Política Federal de Alimentación Escolar”. *CIPPEC*. <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2017/03/1089.pdf>, Buenos Aires, Argentina.
- Bustos, R. M., Illobre, G., Molina, C. y Weisstaub, S. G. 2017. “La escuela como formadora de hábitos alimentarios a través de los comedores escolares: Un estado del arte”. Chile. Unidad de Nutrición Pública INTA Universidad de Chile. [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/10620/laescuelacomoformadora.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/10620/laescuelacomoformadora.pdf), Buenos Aires, Argentina.
- Carrasco, Oscar Vera. 2009. “Cómo escribir artículos de revisión”. *Revista Médica* 15, 63-69.
- Díaz-Beltrán, Mónica del Pilar. 2013. “Factores influyentes en el comportamiento alimentario”. *Rev. Fac. Medica* 62, núm. 2: 237-245.
- Espejo, Juan Pablo, María Fernanda Tumani, Carolina Aguirre, Julieta Sanchez, and Alejandra Parada. 2022. “Educación Alimentaria Nutricional: Estrategias para Mejorar la Adherencia al Plan Dietoterapéutico.” *Revista Chilena de Nutrición* 49 núm. 3: 391–398. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182022000300391>.
- FAO. 2024. Alimentación y nutrición escolar. Último acceso: 15 de septiembre de 2024. <https://www.fao.org/school-food/areas-work/food-environment/es/#:~:text=El%20entorno%20alimentario%20escolar%20hace,cantinas%2C%20vendedores%20de%20alimentos%2C%20m%C3%Alquinas>.
- FAO. 2011. *La importancia de la educación nutricional*. Roma: Grupo de Educación Nutricional y de Sensibilización del Consumidor, División de Nutrición y Protección al Consumidor, Departamento de Agricultura y Protección al Consumidor.
- FAO. 2020. “¿Qué es la educación alimentaria y nutricional? Red de Información, Comunicación y Educación Alimentaria y Nutricional Para América Latina y El Caribe”. <http://www.fao.org/red-icean/acerca-de-la-red-icean/que-es-la-educacion-alimentaria-y-nutricional/en/>
- Fuentes, S. y Estrada, B. 2023. “Alimentación escolar y educación alimentaria: tendencias recientes en la investigación en América Latina entre 2005 y 2021”. *Revista Educación* 47, núm. 1: 563–578. <https://doi.org/10.15517/revedu.v47i1.51724>
- González, L. et al. 2020. “Diseño de un estudio comunitario randomizado controlado multi-componente para prevención de obesidad en niños escolares”.

- Hernández-Ramírez y José Cutberto. 2023. “Educación Alimentaria y Nutricional en comunidades escolares mexicanas de educación básica experimentadas en Participación Social en Salud”. *Revista Educación* 47 núm. 2. <https://doi.org/10.15517/revedu.v47i2.51987>,
- Jiménez, Yanina Eliane. 2023. “Educación Alimentaria Nutricional de Escolares”. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar* 7 núm. 5. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i5.8223](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8223).
- Köncke, F., Toledo, C., Berón, C. y Carriquiry, A. 2021. “El consumo de productos ultraprocesados y su impacto en el perfil alimentario de los escolares uruguayos”. *Archivos de Pediatría Del Uruguay* 92 núm. 2: 213. <http://www.scielo.edu.uy/pdf/adp/v92n2/168>
- Martínez-García, Eva María Trescastro-López. 2016. “Actividades de educación alimentaria y nutricional en escolares de 3º de primaria en el Colegio Público “La Serranica” de Aspe (Alicante): Experiencia piloto”. *Rev Esp Nutr Hum Diet* 20 núm. 2: 97-103. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>
- Menéndez, E. 1998. “Participación social en salud como realidad técnica y como imaginario social”. *Cuadernos Médico Sociales* 73, 5–22.
- Murimi, M., Moyeda-Carabaza, A., Nguyen, B., Saha, S., Amin, R. y Njike, V. 2018. “Factores que contribuyen a intervenciones efectivas de educación nutricional en niños: una revisión sistemática”. *Nutrition Reviews* 76 núm. 8: 553–580. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy020>
- Nerea Blanco-Martínez, Daniel González-Devesa, José Carlos Diz-Gómez, Alba Corredoira Piay, Carlos Ayán-Pérez. 2024. “Análisis de meriendas escolares: estudio piloto en educación infantil. España”. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 30 núm. 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9445814>
- OMS, Organización Mundial de la Salud. 2017. *Nutrición*. <http://www.who.int/topics/nutrition/es/>.
- Piaggio, L., Concilio, C., Rolón, M., Macedra, G. y Dupraz, S. 2011. “Alimentación infantil en el ámbito escolar: entre patios, aulas y comedores”. *Salud Colectiva* 7 núm. 2: 199-213. <https://doi.org/10.18294/sc.2011.380>
- Sánchez, Ernesto Elías De La Cruz. 2015. “La educación alimentaria y nutricional en el contexto de la educación inicial”. *Paradigma* XXXVI, núm. 1: 61-83.
- Tudor, Aristides Jair Torres, Lisbeth Escala, Ledys Urriola. 2021 “Validación de contenidos de una guía didáctica para docentes sobre educación alimentaria y nutricional en Panamá”. Ciudad de Panamá, Panamá.



## ARTÍCULO DE REVISIÓN

Inclusión de insectos comestibles en patrones alimentarios

Inclusion of edible insects in dietary patterns

Autores: Julia Leiva y Adela Acosta

## Inclusión de insectos comestibles en patrones alimentarios

### Inclusion of edible insects in dietary patterns

**Autor:** 1. Julia Leiva (0009-0009-6783-7896)  
2. Adela Acosta DSc. (0000-0002-6926-3330)

**Sobre el autor:** 1-2. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 11-11-24  
Aceptado/Accepted: 20-12-24.

**Contacto de correspondencia:** julialeiva1999@gmail.com

#### Resumen

**Introducción:** Las investigaciones sobre los insectos comestibles destacan su valor nutricional, sostenibilidad ambiental y una aceptación en la alimentación humana. El objetivo del presente es analizar el valor nutricional de los insectos comestibles y la sostenibilidad de la producción de estos, valorando la aceptación y percepción cultural de consumo y los métodos de procesamiento y control de seguridad alimentaria. **Metodología:** La metodología se fundamenta en el análisis de artículos científicos relevantes, extraídos de fuentes confiables como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y bases académicas reconocidas, incluyendo Purdue University, Research Gate, Technical Sourcing International Group, Universidad de Finlandia Oriental y Universidad de León. Los estudios revisados emplean análisis de composición proximal, evaluación de eficiencia de conversión alimenticia (Feed Conversion Efficiency-FCE), y pruebas sensoriales de productos desarrollados con insectos y estudios de aceptación cultural a través de encuestas en diversos países. **Resultados:** Los insectos comestibles presentan una alternativa prometedora para mejorar la sostenibilidad alimentaria y diversificar la ingesta proteica. Las investigaciones resaltan sus beneficios en cuanto a eficiencia de producción, bajo impacto ambiental y riqueza nutricional y es por ello que es de suma importancia demostrar este tipo de investigaciones que pueden cambiar positivamente la industria alimentaria, la nutrición de las personas, y la sostenibilidad. Los estudios utilizan cromatografía, espectrometría y análisis de ciclo de vida o *Life cycle assessment* (LCA), para evaluar la composición nutricional e impacto ambiental de insectos, complementados con pruebas sensoriales y encuestas en Europa y América Latina. **Conclusiones:** Los insectos comestibles son una alternativa nutricionalmente completa y sostenible a las proteínas convencionales, destacándose por su alto contenido de proteínas y micronutrientes esenciales que podrían resolver problemas de enfermedades crónicas en comunidades en donde predominan este tipo de problemas nutricionales, especialmente en países subdesarrollados. Su producción, con menor uso de recursos y emisiones de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), los convierte en una opción ambientalmente viable para mejorar la sostenibilidad alimentaria.

**Palabras clave:** cromatografía, impacto ambiental, percepción cultural, proteínas alternativas, seguridad alimentaria

## Abstract

**Introduction:** Research on edible insects highlights their nutritional value, environmental sustainability and acceptance in human nutrition. The objective of the present study is to analyze the nutritional value of edible insects and the sustainability of their production, assessing the acceptance and cultural perception of consumption and the methods of processing and food safety control. **Methodology:** The methodology is based on the analysis of relevant scientific articles, extracted from reliable sources such as FAO and recognized academic bases, including Purdue University, Research Gate, TSI Group, UEF and ULE. The studies reviewed employ proximate composition analysis, Feed Conversion Efficiency (FCE), evaluation and sensory testing of products developed with insects and cultural acceptance studies through surveys in various countries. **Results:** Edible insects present a promising alternative to improve food sustainability and diversify protein intake. Research highlights their benefits in terms of production efficiency, low environmental impact, and nutritional richness, which is why it is of utmost importance to demonstrate this type of research that can positively change the food industry, human nutrition, and sustainability. The studies use chromatography, spectrometry, and life cycle analysis (LCA), to assess the nutritional composition and environmental impact of insects, complemented with sensory testing and surveys in Europe and Latin America. **Conclusions:** Edible insects are a nutritionally complete and sustainable alternative to conventional proteins, standing out for their high content of proteins and essential micronutrients that could solve chronic disease problems in communities where this type of nutritional problems predominate, especially in underdeveloped countries. Their production, with lower use of resources and CO<sub>2</sub> emissions, makes them an environmentally viable option to improve food sustainability.

**Keywords:** chromatography, environmental impact, cultural perception, alternative proteins, food safety

## Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y otros estudios internacionales coinciden en que los insectos comestibles como el *Tenebrio molitor*, los grillos como *Acheta domesticus* y las langostas son ricas fuentes de proteína entre 35 % y 77 % del peso seco y ácidos grasos esenciales. Los insectos han formado parte de la dieta humana durante miles de años y se han encontrado pruebas de su consumo en sitios arqueológicos prehistóricos (FAO 2013). Los insectos comestibles son una opción de alta eficiencia alimentaria y bajo impacto ambiental, destacándose su contenido en proteínas; aminoácidos esenciales y micronutrientes como el hierro y el zinc que los hacen comparables con fuentes de carne convencional (Rumpold y Schlüter 2013). También subrayan el potencial de especies como el *Tenebrio molitor* y los grillos para diversificar la dieta humana y reducir la dependencia de la ganadería tradicional, dado que requieren menos recursos y generan emisiones de gases de efecto invernadero.

De acuerdo con la Universidad Politécnica de Valencia, en base a una investigación sobre la seguridad alimentaria y calidad nutricional del uso de insectos en la dieta, los insectos son una fuente de proteína de alta calidad de 35-77 % en base seca con la mayoría de los aminoácidos esenciales (Prósper Ortega 2020). Su perfil nutricional incluye ácidos grasos poliinsaturados y minerales clave como el hierro, zinc y calcio esenciales para una dieta

balanceada. El estudio menciona, que los insectos pueden ser un complemento alimenticio para los niños desnutridos por su alto contenido de fibra, ácidos grasos y micronutrientes como cobre o hierro. En métodos de procesamiento, tenemos el proceso de deshidratado con insectos; en un estudio de deshidratado de grillo común empleando una planta híbrido solar deshidratado-LP localizada en el Estado de Zacatecas, México, se analizaron las cinéticas de secado llegando a la humedad de equilibrio en 8 horas, obteniendo 78 k de producto (ResearchGate 2020). Esta revisión de literatura posee varios enfoques en donde una parte recopiló información mediante el análisis de composición nutricional, evaluación de eficiencia de conversión alimentaria, estudios de ciclo de vida mediante o (LCA) para medir el impacto ambiental de un determinado producto.

Los insectos comestibles ofrecen una alternativa nutricionalmente completa y sostenible a las proteínas convencionales, destacándose por su alto contenido de proteínas y micronutrientes esenciales. Entre las harinas de insectos más estudiadas y utilizadas como reemplazo proteico, en alimentos para humanos se encuentran: el grillo doméstico (*Acheta domesticus*), las larvas de moscas soldado negro (*Hermetia illucens*) y los gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*) (Avenidaño, Sánchez y Valenzuela 2020). Su producción con menor uso de recursos y emisiones de CO<sub>2</sub> lo convierte en una opción ambientalmente viable para mejorar la sostenibilidad alimentaria. Aunque existen desafíos en cuanto a la seguridad y aceptación general, los productos a base de insectos, como harinas y *snacks*, han mostrado una buena aceptación inicial, con la implementación de regulaciones y campañas educativas.

Los insectos comestibles tienen el potencial de integrarse ampliamente en la dieta humana y contribuir a un sistema alimentario más resiliente. Actualmente, los insectos comestibles se comercializan principalmente como insectos enteros, pastas o harinas molidas, polvos de proteínas y fracciones de aceite que luego se pueden usar como ingredientes en aplicaciones alimentarias (Mshayisa, van Wyk y Zozo 2022). Según (Vanqa, Mshayisa y Basitere 2022), por más grande que sea el desafío de alimentar a 9 000 millones de personas para el año 2050, consideran que aumentar la disponibilidad de alimentos es insuficiente debido a los recursos cada vez más limitados, como la tierra cultivable para la agricultura. Esto, sin duda, requiere formas innovadoras y alternativas de garantizar que haya alimentos adecuados, de calidad, seguros y nutritivos disponibles y accesibles para todas las personas en todo momento.

Los insectos comestibles también se transportan fácilmente y suelen ser fáciles de criar sin una capacitación especializada (Food agriculture organization 2022). El propósito de esta revisión es analizar el valor nutricional de los insectos comestibles, evaluar su impacto en la sostenibilidad alimentaria; identificación de métodos de procesamiento y la seguridad alimentaria, analizar la aceptación cultural de los insectos en la dieta humana e identificar desafíos y oportunidades para su inclusión en la alimentación para tener otras alternativas más saludables de alimentación y a un precio justo en la sociedad.

## Metodología

### Enfoque y criterios de selección

Esta revisión de literatura utiliza un enfoque cualitativo para sintetizar estudios existentes sobre el valor nutricional, sostenibilidad, seguridad alimentaria, y aceptación cultural de los insectos comestibles. Esta es una revisión exhaustiva en donde se presentan estudios largos y especializados. La metodología se basa en el análisis de artículos científicos seleccionados por su relevancia en el tema y obtenidos de fuentes reconocidas como la FAO y otras bases académicas como Purdue University, Technical Sourcing International Group (TSI Group), Universidad de Finlandia Oriental (UEF) y Universidad de León (ULE), siendo un total de 35 artículos encontrados, de los cuales el

60 % fueron en español y el 40 % en inglés y, entre ellos, tienen un intervalo de 5 años de antigüedad. Dicha revisión se realizó en los meses de septiembre hasta noviembre del año 2024.

- **Recolección y selección de la información.** Los artículos revisados fueron seleccionados por su relevancia en los temas centrales: nutrición, sostenibilidad ambiental, aceptación cultural, y seguridad de los insectos comestibles. Se incluyeron estudios con análisis de composición proximal (cromatografía y espectrometría) para evaluar proteínas, grasas, aminoácidos, vitaminas y minerales en diversas especies de insectos comestibles.
- **Evaluación del impacto ambiental.** Dentro de los estudios seleccionados se incluyen análisis de ciclo de vida LCA para medir el impacto ambiental de la producción de insectos en comparación con fuentes tradicionales de proteína ambiental enfocado al uso de recursos y emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Análisis de seguridad alimentaria.** Se revisaron investigaciones que evaluaron los riesgos microbiológicos y alérgicos presentes en los insectos utilizando métodos de procesamiento como el secado y tostado para minimizar los riesgos y asegurar la inocuidad del consumo humano.
- **Análisis sensorial.** Se encontraron estudios de análisis sensorial en el cual se evaluaron parámetros como sabor, textura, apariencia y aroma en productos derivados de insectos (como harinas y *snacks*) realizados en diferentes regiones en Latinoamérica, estas pruebas revelaron un nivel de aceptación del 60 %.

## Resultados

Dentro de la información recopilada, un informe de la Universidad Europea escrito por Francisco Vallejo menciona que los insectos son entre un 80 % y un 100 % comestibles en comparación con otros animales que tienen 40 % y 50 %. Los gusanos de la harina tienen una mejor huella hídrica, menor que el resto de ganado (2024).

En Oaxaca, México, según el informe de entomofagia: Seguridad alimentaria (disponibilidad y estabilidad), en una zona rural, menciona que la mayoría de la zona rural de esa región consumen bastantes insectos comestibles, de los cuales la frecuencia de consumo es de cuando hay disponibilidad, la mayoría de las familias consume insectos de 2 a 3 veces por semana, seguida por quienes los consumen una vez por semana o de 2 a 3 veces al día (Ramos-Elorduy et al. 2009).

Por otro lado, se encontraron estudios sobre cromatografía de gases en cuanto a la extracción de aceite en larvas de insectos comestibles, en este caso el *Tenebrio Molitor*, y encontrar los resultados de sus características organolépticas (Morales Ramos et al. 2022).

Entre la comparación del Estado de Hidalgo y Estado de México se encontró que los chapulines tienen mayor proporción de proteína en el Estado de México en base seca, con 64 gramos por 100 gramos de alimento. Un dato importante para destacar es que los coleópteros (escarabajos) son los insectos más consumidos a nivel mundial, seguidos por los lepidópteros (mariposas y polillas) y los himenópteros (abejas, avispas y hormigas). Estos tres grupos representan una parte significativa del consumo global de insectos, mientras que otros órdenes, como dípteros (moscas) y odonato (libélulas), son consumidos en menores proporciones. Este patrón sugiere una preferencia por ciertos tipos de insectos, probablemente debido a su disponibilidad, valor nutricional o aceptación cultural en distintas regiones del mundo (Gertrudis 2020). El contenido de algunos elementos minerales en *C. redtembacheri*, *A. hesperiasis* y *L. apiculatum* identificados en la zona arqueológica de Teotihuacán y en Otumba, Estado de México dieron con más proporción de potasio, de los

cuales el que obtuvo un porcentaje mayor de potasio fue el gusano blanco. (Ramos Rostro et al. 2012).

Tabla 1. Matriz de estudios encontrados

Referencia	Tipo de estudio	Participantes	Intervención/método	Resultados principales
Morales Ramos et al. (2022)	Análisis químico proximal	Estudios previos sobre cromatografía de gases con insectos comestibles	Comparación del porcentaje de proteínas promedio por medio de cromatografía de gases.	Los chapulines tienen mayor proporción de proteína en el Estado de México en base seca con 64 gramos por 100 gramos de alimento.
Ramos-Elorduy et al. (2009)	Observacional	Familias en Oaxaca, México	Observación de frecuencia de consumo y tipos de insectos consumidos.	Consumo frecuente de 2-3 veces por semana en familias rurales; insectos como fuente clave de proteína.
(Alday et al. 2020)	Encuesta de percepción	200 consumidores (España)	Encuesta sobre percepción de productos de insectos en diferentes formas (harina vs. enteros).	Mayor aceptación en productos de harina de insecto (55 %) que en insectos enteros.
(Vallejo del Ser 2024)	Revisión bibliográfica	Estudios previos sobre producción de insectos comestibles	Análisis de recursos requeridos para producción animal vs. insectos.	Insectos requieren menos tierra, agua y alimento para 1 kg de peso vivo, con 80 % comestible.
(FAO 2013)	Revisión técnica	Documentos globales sobre seguridad alimentaria	Análisis del impacto de la producción de insectos en la sostenibilidad alimentaria global.	Destaca la eficiencia de insectos en términos de recursos y su potencial como alternativa a la carne convencional.

Fuente. Leiva (2024).

## Desarrollo y discusión

### Organización estructural de los datos

La revisión bibliográfica cuenta con diferentes puntos de enfoque y criterios de selección en cuanto al tema de los insectos comestibles de los cuales se habla de:

- **Sostenibilidad.** Generar más proteínas sin impactar en el entorno y reducir el consumo de agua y el uso de antibióticos del sistema de producción de alimentos. Estas son las principales ventajas de incorporar los insectos a nuestro menú. Hoy en día más de 1.900 especies completan la dieta de 2.000 millones de personas (BBVA 2021).

- **Aceptación.** Uno de los grandes retos a los que se enfrentan los insectos comestibles es el posible rechazo de los consumidores. En las regiones donde la entomofagia es común, los insectos son considerados como una fuente valiosa de alimento. La incorporación de los insectos en forma de polvo a otros alimentos es una de las principales estrategias para vencer el rechazo (Ileana Maricruz et al. 2023).
- **Valor nutricional.** Los insectos son ricos en proteínas, lípidos, fibra y minerales, variando su aporte según especie y estadio de desarrollo, distintos insectos comestibles, grillos y escarabajos, principalmente poseen una interesante composición proteica que va desde un 25 % hasta un 75 % del peso seco (Tobar Nicolás 2023).

## Discusión

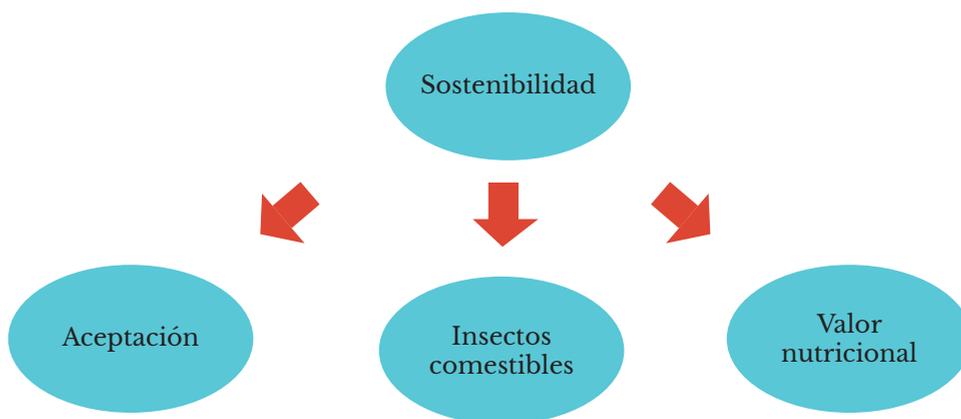
De acuerdo con los resultados, el artículo sobre insectos comestibles del informe de la Universidad Europea indica que los insectos tienen un alto porcentaje de comestibilidad, entre el 80 % y 100 % en comparación con otros animales que alcanzan solo el 40 y 50 %. Esto sugiere que los insectos podrían ser una fuente de proteína más eficiente y sostenible, lo que podría tener implicaciones positivas para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental (Vallejo del ser 2024).

En cuanto al artículo del consumo de insectos en Oaxaca, México, en la región rural se resalta el consumo regular de insectos comestibles, con muchas familias ingiriéndolos de 2 a 3 veces por semana. Esto resalta la importancia cultural y nutricional de los insectos en la dieta local y a su vez sugiere que la educación sobre el consumo de insectos podría ser clave para mejorar la seguridad alimentaria en áreas rurales (Ramos-Elorduy et al. 2009).

Los estudios sobre la cromatografía de gases en larvas de *Tenebrio Molitor* para la extracción de aceite son importantes, ya que el aceite de insecto podría tener usos industriales y nutricionales, los resultados sobre las características organolépticas son significativos para desarrollar productos alimenticios a base de insectos y comprender su potencial en la industria alimentaria (Morales Ramos et al. 2022).

La comparación entre los chapulines en Hidalgo y el Estado de México muestra que estos tienen una alta proporción de proteína, especialmente en el Estado de México. Además, el predominio global de consumo de coleópteros, lepidópteros y elementos minerales en insectos en áreas arqueológicas también sugiere que el consumo de insectos tiene raíces profundas en la cultura mexicana (Gertrudis 2020).

**Figura 1.** Mapa conceptual de relevancia del uso de insectos comestibles



Durante el desarrollo de esta revisión es importante considerar todos los aspectos tanto positivos como negativos en base a los insectos comestibles, por ejemplo, se dice que los alcaloides, presentes en alguna especie de insecto podrían a partir de determinadas dosis, llegar a ser tóxicos para los consumidores, y se explica que el consumo de algunos insectos podría “causar deficiencia de tiamina (vitamina B1)” (Universidad de León 2023).

También la quitina, el material principal del que está formado el exoesqueleto de los artrópodos. Ya que ha estimado que el contenido en quitina en insectos oscila entre 2.7 y 49.8 mg/kg de peso fresco. Ejerce un efecto negativo en la digestibilidad de las proteínas y en su utilización (Calleja 2022). Los insectos son alimentos básicos en más del 80 % de los países, aún no han penetrado en los mercados occidentales donde llevan el estigma de ser insalubres. Para disipar esta idea errónea, los consumidores deben conocer los beneficios de la entomofagia (Stephenson Anna 2021). Los insectos contienen una combinación notable de dos macronutrientes esenciales: proteínas y grasas. También tienen un contenido significativo de vitaminas, fibra y minerales que nuestro cuerpo necesita para un funcionamiento óptimo. Por supuesto, con una cantidad tan grande de insectos disponibles para el consumo, el valor nutricional de cada especie varía (University of Florida 2024).

La entomofagia describe la práctica de comer insectos. En muchos países del mundo, los insectos se consideran extremadamente nutritivos. Sin embargo, en Europa, donde el consumo de insectos y alimentos a base de insectos suele considerarse con repugnancia, se ha producido una aceptación aletargada de esta práctica (Conway Ana, Jaiswal Swarna y Jaiswal Amit 2023). Hablando en términos de cultura y los hábitos alimentarios ejercen una gran influencia en lo que se considera comestible en el área mediterránea, especialmente en Italia, donde la conservación de las tradiciones culinarias es un factor predominante que afecta al comportamiento alimentario. (Toti et al. 2020). Los insectos comestibles se clasifican en ocho órdenes principales que pertenecen a *Blattodea* (cucarachas y termitas), *Coleoptera* (escarabajos), *Diptera* (moscas), *Hemiptera* (cigarras, chinches apestosas), *Hymenoptera* (abejas, avispas, hormigas), *Lepidoptera* (mariposas, polillas), *Odonata* (libélulas) y *Orthoptera* (grillos, saltamontes, langostas).

En las comunidades donde el consumo de insectos ya está culturalmente aceptado, la promoción de su consumo también podría ayudar a abordar enfermedades crónicas relacionadas con dietas deficientes, como la diabetes tipo 2. Además de su alto contenido de nutrientes, muchos insectos comestibles proporcionan factores antiinflamatorios (Rodrigues et al. 2021).

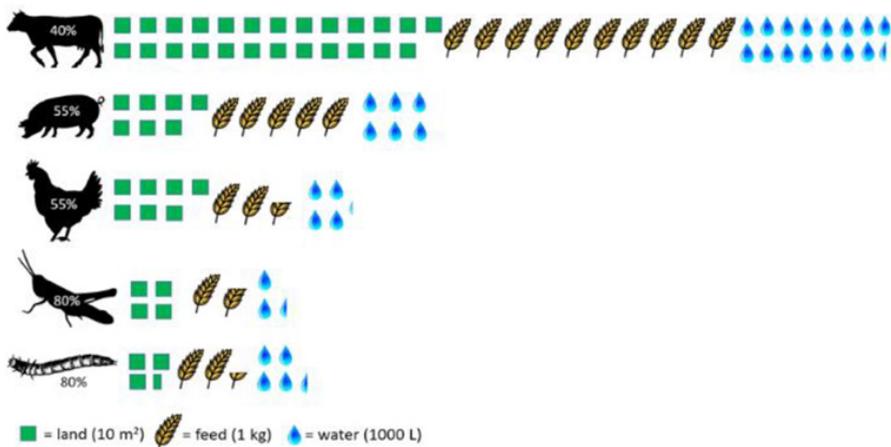
Los resultados generales de esta revisión, comenzando con la Figura 1, demuestra que los insectos, como saltamontes y gusanos de harina, son significativamente más eficientes que los animales tradicionales (como vacas y pollos) en términos de uso de tierra, alimento y agua para producir 1 kg de peso. Además, presentan un mayor porcentaje comestible (80 %) en comparación con el ganado bovino (40 %), lo que maximiza su aprovechamiento. Esto destaca el potencial de los insectos como una fuente de proteína más sostenible y eficiente, con un menor impacto ambiental, en comparación con las proteínas animales convencionales. A diferencia de la ganadería tradicional, que consume muchos recursos y daña el medio ambiente, la cría de insectos requiere una cantidad mínima de tierra, agua y alimento. Además, los insectos producen menos emisiones de gases de efecto invernadero y generan menos desechos en comparación con el ganado convencional (López 2024).

De acuerdo con una revisión de literatura se encontraron resultados de sostenibilidad que los indicadores ambientales (uso de la tierra, huella hídrica y emisiones de gases de efecto invernadero) fueron entre un 40 y un 60 % más bajos para los alimentos y piensos de insectos comestibles que para el ganado animal tradicional (Ros-Baró y Casas-Agustench et al. 2022). La Universidad Oberta de Catalunya 1 034 personas que habían participado en una encuesta sobre el consumo de insectos. La gran mayoría, el 86 %, afirmó no haber comido nunca insectos, y solo el 13 % afirmó haberlos comido. El principal motivo Fuente: Leiva (2024).

esgrimido para no comer insectos fue el asco (38 %), seguido de la falta de costumbres (15 %), las dudas sobre la seguridad alimentaria (9%) y los motivos culturales (6 %), entre otros (Casanovas 2023).

En México, los insectos siempre han sido una fuente común de proteínas y sabor (Ambrose Emma 2019). Los insectos comestibles no solo se pueden utilizar para elaborar alimentos, sino que también para realizar aditivos alimentarios. Los aditivos alimentarios también se pueden extraer de los insectos. El carmín, un colorante natural común que se ha utilizado durante cientos de años, se obtiene del *Dactylopius coccus* (Guerrero Rodríguez 2015).

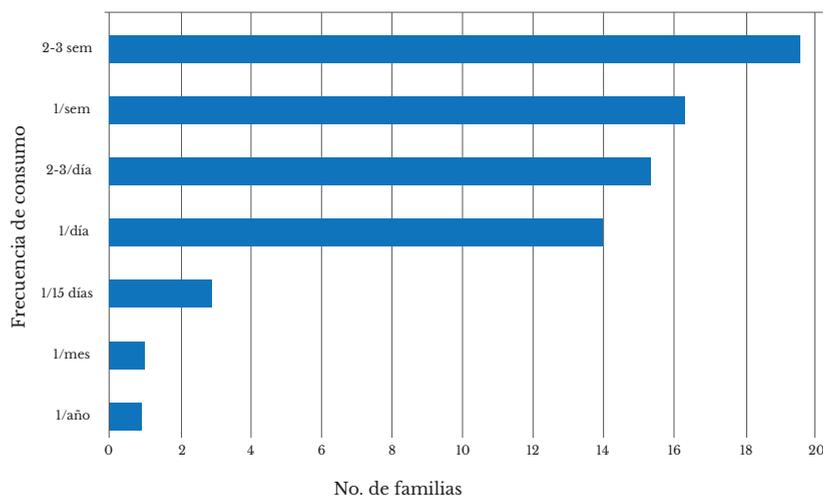
**Figura 2.** Cantidad de tierra, alimento y agua necesaria para producir 1 kg de peso de animal vivo y porcentaje del animal que es comestible



Fuente: Vallejo (2024).

En el estudio de la frecuencia de consumo de insectos en familias en Oaxaca, México, que la Figura 2 indica cuando hay disponibilidad, la mayoría de las familias consume insectos de 2 a 3 veces por semana, seguida por quienes los consumen una vez por semana o de 2 a 3 veces al día. Esto evidencia que el consumo de insectos es común y regular en estas comunidades, reflejando su importancia como fuente de alimento nutritivo en la dieta local. En otros continentes como Europa, a raíz de la decisión de la Comisión Europea por la que se aprobó el gusano de la harina como primer insecto utilizado como alimento en la Unión Europea (Newsroom 2021). Un estudio en Europa Occidental específicamente en España, se realizó un estudio transversal mediante un cuestionario ad hoc en el que participaron 1 034 consumidores.

Las respuestas al cuestionario permitieron estudiar las áreas relevantes para la aceptación: neofobia, normas sociales, familiaridad, experiencias de consumo y conocimiento de los beneficios. Solo el 13.15 % de los participantes había probado los insectos. El asco, la falta de costumbre y la seguridad alimentaria fueron las principales razones para evitar el consumo de insectos. En consecuencia, es necesario ofrecer preparaciones con un aspecto apetitoso, siendo las harinas el formato más aceptado. El grupo de entre 40-59 años fue el más dispuesto a consumirlos. (Ros-Baró y Sánchez-Socarrás et al. 2022).

**Figura 3.** Frecuencias de consumo de insectos mencionadas cuando hay disponibilidad

Fuente: Ortiz et al. (2022)

En el Cuadro 1, se muestra el análisis organoléptico de un estudio sobre la *Tenebrio Molitor*, en el cual, se extrajeron aceite de las larvas. El análisis fue realizado mediante cromatografía de gases donde se encontró variables interesantes de que el olor es ligeramente a maní y su sabor es suave sin evidencia de partículas extrañas en suspensión. Lo cual evidencia una vez más el buen uso de insectos para elaboración de productos de consumo humano.

Por otro lado, la mayoría de los insectos comestibles proporcionan suficiente ingesta de energía y proteínas en la dieta humana, además de cumplir con los requisitos de aminoácidos. Los insectos también tienen un alto contenido de ácidos grasos mono y poli-insaturados; son ricos en oligoelementos como cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, selenio y zinc, así como vitaminas como riboflavina, ácido pantoténico, biotina y ácido fólico en algunos casos (TSI Group - Tecnosoluciones Integrales 2020).

Un estudio en Madagascar muestra que, aunque los insectos son más baratos que la carne y el pescado, la población rural apenas los compra, sino que los recolecta casi exclusivamente en estado silvestre. Por lo tanto, la recolección de insectos silvestres por parte de los hogares parece ser clave para explicar los patrones de consumo en las áreas rurales. El tiempo dedicado a la recolección está fuertemente correlacionado con las cantidades de proteínas de insectos consumidas y explica la mayoría de los resultados de la regresión. Esto parece obvio en una situación en la que el consumo depende casi por completo de la recolección silvestre (Dürr y Ratompoarison 2021).

**Cuadro 1.** Análisis organoléptico del aceite de las larvas del *Tenebrio Molitor*

Características	Aceite extraído de las larvas del <i>Tenebrio Molitor</i>
Estado	Líquido
Consistencia	Oleoso
Olor	Ligeramente a maní. Exento de rastros del solvente empleado
Color	2.5 color ASTM (Norma utilizada ASTM D1500-98)
Sabor	Suave
Impurezas visibles	No lleva partículas extrañas en suspensión

De acuerdo con el Cuadro 2, se muestran los resultados de diferentes tipos de insectos de distintas familias en las que entre la comparación del Estado de Hidalgo y Estado de México se encontró que los chapulines tienen mayor proporción de proteína en el Estado de México en base seca con 64 gramos por 100 gramos de alimento. Aunque en el caso de las chinches se aproxima al contenido de proteína de los chapulines, comparándolo con otro estudio en el Estado de Hidalgo, las chinches *Thasus gigas* fueron utilizadas para elaborar salsa, y en cuanto a proteína en estado ninfal tiene un valor de 63 % y en estado adulto de 65.90 %, por lo que los valores de dicha investigación resultaron estar aproximados a su valor para las del estadio II de 61.777 y para el adulto o estadio V de 73.805. (Mendoza et al. s.f.).

Un estudio en China también menciona que el insecto *Clanis bilineata tsingtauica* Mell, 1922, (Insecta: *Lepidoptera: Sphingidae*) es una plaga importante de *Glycine max*. La historia de *C. bilineata tsingtauica* como fuente de alimento se remonta a la dinastía Qing china hace unos doscientos años. El consumo de las larvas del quinto estadio de *C. bilineata tsingtauica* es común en muchas regiones de China, especialmente en las provincias de Jiangsu, Shandong y Henan, y Lianyungang (provincia de Jiangsu) es un importante centro de producción (Su et al. 2021).

**Cuadro 2.** Comparación del porcentaje de proteínas promedio que poseen los insectos comestibles registrados del Estado de Hidalgo y del Estado de México base seca (gr/100 gr)

Nombre común	Hidalgo (promedio)	México (promedio)
Chapulines	57.00-70.72 (63.6)	52.60-77.13(64.86)
Chinches	39.10-70.89 (54.99)	34.24-70.87 (52.55)
Escarabajos	20.98-47.08 (34.03)	20.10-71.10 (45.60)
Mariposas	30.18-57.35 (43.76)	32.73-59.56 (46.14)
Moscas	37.42-53.85 (45.63)	35.87-40.68 (38.27)
Abejas	29.15-49.10 (39.12)	41.68-49.30 (45.49)
Hormigas	9.15-66.50 (37.82)	9.45-46.26 (27.85)
Avispas	52.70-75.10 (63.90)	52.84-64.45 (58.64)

**Fuente:** (Valdez Pantoja y Untiveros Bermúdez 2010).

## Conclusiones

Los insectos comestibles son una alternativa nutricionalmente completa y sostenible a las proteínas convencionales, destacándose por su alto contenido de proteínas y micronutrientes esenciales que podrían resolver problemas de enfermedades crónicas, en comunidades en donde predominan este tipo de problemas nutricionales, especialmente en países subdesarrollados.

Su producción, con menor uso de recursos y emisiones de CO<sub>2</sub>, los convierte en una opción ambientalmente viable para mejorar la sostenibilidad alimentaria.

Aunque existen desafíos en cuanto a la seguridad y aceptación cultural, los productos a base de insectos, como harinas y snacks, han mostrado buena aceptación inicial. Con la implementación de regulaciones y campañas educativas, y siguiendo los protocolos de inocuidad para el consumo humano, los insectos comestibles tienen el potencial de integrarse ampliamente en la dieta humana y contribuir a un sistema alimentario más resiliente.

**Fuente:** (Valdez Pantoja y Untiveros Bermúdez 2010).

## Referencias

- Ambrose Emma. 2024 “Apetito de insectos”. Accedido el 13 de noviembre de 2024. <https://ag.purdue.edu/news/2019/04/bug-appetit.html>.
- Avendaño, Constanza, Manuel Sánchez y Carolina Valenzuela. 2020. “Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos”. *Revista chilena de nutrición* 47, núm. 6: 10-29–37. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>.
- BBVA. 2021 “Los insectos son una solución para lograr una alimentación más sostenible”. BBVA. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/los-insectos-son-una-solucion-para-lograr-una-alimentacion-mas-sostenible/>.
- Calleja, Carlos Alonso. 2022. “Cinco riesgos para la salud de comer insectos: de los parásitos a las alergias”. *El Español*. [https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20220601/riesgos-salud-comer-insectos-parasitos-alergias/676682598\\_0.html](https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20220601/riesgos-salud-comer-insectos-parasitos-alergias/676682598_0.html).
- Casanovas, Sònia Armengou. 2023. “Most people would agree to eat insects in the future”. Universitat Oberta de Catalunya. <https://www.uoc.edu/en/news/2023/009-insects-consumption-nutrition>.
- Conway Ana, Jaiswal Swarna, Jaiswal Amit. 2023. “El potencial de los insectos comestibles como fuente de alimentos seguros, sabrosos y sostenibles en la Unión Europea”. <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/3/387>.
- Dürr, Jochen y Christian Ratompoarison. 2021. “Nature’s «Free Lunch»: The Contribution of Edible Insects to Food and Nutrition Security in the Central Highlands of Madagascar”. *Foods* 10, núm. 12: 29-78. <https://doi.org/10.3390/foods10122978>. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/12/2978>.
- Food agriculture organization. 2024. “¿Por qué deberíamos interesarnos en los insectos comestibles?”. <https://www.fao.org/newsroom/story/-Worm-up-to-the-idea-of-edible-insects/es>.
- Gertrudis, Elizabeth. 2024. “%20-%20Desarrollo%20de%20nuevos%20alimentos%20para%20consumo%20humano%20a%20base%20de%20proteina%20de%20insectos.”. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151481/Gertrudis>.
- Guerrero Rodríguez, Antonio. 2015. *Edible insects Future prospects for food and feed security*. Editado por Mary-Alice Waters. New York: Pathfinder.
- Ileana Maricruz Bermúdez-Serrano, Ana María Quirós-Blanco y Óscar Acosta-Montoya. 2023. “Producción de insectos comestibles: retos, oportunidades y perspectivas para Costa Rica”. *Agronomía Mesoamericana* 34, núm. 3. <https://www.redalyc.org/journal/437/43774930029/html/>.
- Liceaga, Andrea M. 2023. “Edible insects, a valuable protein source from ancient to modern times”. *Advances in Food and Nutrition Research* 101, 129–52. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2022.04.002>. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9107018/>.
- López, Pablo. 2024. “Insectos comestibles y otras fuentes de proteínas alternativas: dando forma al futuro de la nutrición”. *Tecoal*. <https://tecoal.net/nutricion-dietetica/insectos-comestibles-y-otras-fuentes-de-proteinas-alternativas-dando-forma-al-futuro-de-la-nutricion/>.

- Mendoza, M, L Quintero, V Guemes, S Soto, H Lopez y S Reyes. 2024. “Utilización del «xamul» (*Thasus gigas*) en la elaboración y conservación de una salsa tradicional del Valle del Mezquital”. [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI\\_GranSem/Norma\\_Vera/25.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_GranSem/Norma_Vera/25.pdf).
- Morales, Josefina, Julieta Ramos y José Moreno. 2024. “ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL, VITAMINAS Y NUTRIMENTOS INORGÁNICOS DE INSECTOS CONSUMIDOS EN EL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO”. *Folia revista* 41, núm. 1: 15-29. <https://acaentmex.org/>
- Mshayisa, Vusi Vincent, Jessy van Wyk y Bongisiwe Zozo. 2022. “Nutritional, Techno-Functional and Structural Properties of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Flours and Protein Concentrates”. *Foods* 11, núm. 5: 724. <https://doi.org/10.3390/foods11050724>. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/5/724>.
- Newsroom. 2024 “HEALTH AND FOOD SAFETY. Insectos pequeños — Gran impacto. La UE autoriza los insectos como alimento”. <https://ec.europa.eu/newsroom/sante/items/712990/es>.
- Ortiz, Andrea, Edilberta Pablo, Royer Pacheco y Sabina López. 2024. «Entomofagia: Seguridad alimentaria (disponibilidad y estabilidad) en una zona rural de Oaxaca, México». [https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC-D-23-0019.\\_Final.pdf](https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC-D-23-0019._Final.pdf).
- Prósper Ortega, Luis. Accedido. 2020 “Seguridad alimentaria y calidad nutricional del uso de insectos en la dieta”. *Universidad Politecnica de Valencia*. <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/147898/Pr%C3%B3sper%20-%20Seguridad%20alimentaria%20y%20calidad%20nutricional%20del%20uso%20de%20insectos%20en%20la%20dieta.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- Ramos Rostro, Beverly, Quintero Salazar, Baciliza, Ramos-Elorduy, Julieta, Pino Moreno et al. 2024. “Análisis químico y nutricional de tres insectos comestibles de interés comercial en la zona arqueológica del municipio de San Juan Teotihuacán y en Otumba, en el estado de México”. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33925592008.pdf>.
- ResearchGate. “CINÉTICA DEL SECADO DE GRILLO MEXICANO (*ACHETA DOMESTICUS*) UTILIZANDO UNA PLANTA HÍBRIDA DE DESHIDRATACIÓN SOLAR-LP”. [https://www.researchgate.net/publication/369881829\\_CINETICA\\_DEL\\_SECADO\\_DE\\_GRILLO\\_MEXICANO\\_ACHETA\\_DOMESTICUS\\_UTILIZANDO\\_UNA\\_PLANTA\\_HIBRIDA\\_DE\\_DESHIDRATACION\\_SOLAR-LP](https://www.researchgate.net/publication/369881829_CINETICA_DEL_SECADO_DE_GRILLO_MEXICANO_ACHETA_DOMESTICUS_UTILIZANDO_UNA_PLANTA_HIBRIDA_DE_DESHIDRATACION_SOLAR-LP).
- Rodrigues, Amanda, Amorim Adegboye, Michael Bawa, Regina Keith, Sundus Tewfik y Ihab Tewfik. 2024. “Visión de insectos comestibles: alimentos sostenibles ricos en nutrientes para combatir la inseguridad alimentaria y la malnutrición”. <https://worldnutritionjournal.org/index.php/wn/article/view/829/693>.
- Ros-Baró, Marta, Patricia Casas-Agustench, Diana Alicia Díaz-Rizzolo, Laura Batlle-Bayer, Ferran Adrià-Acosta, Alicia Aguilar-Martínez, Francesc-Xavier Medina, Montserrat Pujolà y Anna Bach-Faig. 2022. “Edible Insect Consumption for Human and Planetary Health: A Systematic Review”. *International journal of environmental research and public health* 19, núm. 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811653>. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/147816/1/ijerph-19-11653-v2.pdf>.
- Ros-Baró, Marta, Violeida Sánchez-Socarrás, Maria Santos-Pagès, Anna Bach-Faig y Alicia Aguilar-Martínez. 2022. “Consumers’ Acceptability and Perception of Edible Insects as an Emerging Protein Source”. *International journal of environmental research*

and public health 19, n.23. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315756>. [https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149123/1/Ros\\_ijerph\\_consumers.pdf](https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149123/1/Ros_ijerph_consumers.pdf).

- Rumpold, Birgit A. y Oliver K. Schlüter. 2013. “Nutritional composition and safety aspects of edible insects”. *Molecular nutrition & food research* 57, núm. 5: 802–23. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>. <https://www.fao.org/4/i3264s/i3264s00.pdf>.
- Stephenson Anna. 2021. “How Education on Entomophagy Influences Customer Willingness to Purchase Edible Insects in the US”. [https://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2021final/StephensonA\\_2021.pdf](https://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2021final/StephensonA_2021.pdf).
- Su, Ying, Ming-Xing Lu, Li-Quan Jing, Lei Qian, Ming Zhao, Yu-Zhou Du y Huai-Jian Liao. 2021. “Nutritional Properties of Larval Epidermis and Meat of the Edible Insect *Clanis bilineata tsingtauca* (Lepidoptera: Sphingidae)”. *Foods* 10, núm. 12: 28–95. <https://doi.org/10.3390/foods10122895>. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/12/2895>.
- Tobar Nicolás. 2024. “Proteína de insectos: una alternativa nutricional de futuro - Universidad de Chile”. <https://uchile.cl/noticias/205352/proteina-de-insectos-una-alternativa-nutricional-de-futuro>.
- Toti, Elisabetta, Luca Massaro, Aisha Kais, Paola Aiello, Maura Palmery y Ilaria Peluso. 2022. “Entomophagy: A Narrative Review on Nutritional Value, Safety, Cultural Acceptance and A Focus on the Role of Food Neophobia in Italy”. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education* 10, núm. 2: 628–43. <https://doi.org/10.3390/ejihpel10020046>. <https://www.mdpi.com/2254-9625/10/2/46>.
- TSI Group. 2024. “Insectos ¿Alimento Nutritivo para Consumidores Europeos? - TSI Group - Tecnosoluciones Integrales.” <https://tecnosolucionescr.net/blog/162-insectos-alimento-nutritivo-para-consumidores-europeos>.
- Universidad de León. 2024. “Investigadores de la ULE indican que el consumo de insectos puede presentar ciertos riesgos”. <https://www.unileon.es/noticias-de-investigacion/investigadores-de-la-ule-indican-que-el-consumo-de-insectos-puede>.
- University of Florida. 2024. “3 beneficios de comer insectos: la entomofagia como nutrición sostenible”. <https://onlineentomology.ifas.ufl.edu/3-benefits-of-eating-insects-entomophagy-as-sustainable-nutrition/>.
- Valdez Pantoja, César y Graciela Untiveros Bermúdez. 2024. “EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE LAS LARVAS DEL TENEBRIO MOLITOR”. <https://www.redalyc.org/pdf/3719/371937619010.pdf>.
- Vallejo del ser, Francisco. 2024. “ACEPTACIÓN, PRESENTACIÓN Y BENEFICIOS NUTRICIONALES DE ALIMENTOS A BASE DE INSECTOS”. [https://www.researchgate.net/publication/379988758\\_ACEPTACION\\_PRESENTACION\\_Y\\_BENEFICIOS\\_NUTRICIONALES\\_DE\\_ALIMENTOS\\_A\\_BASE\\_DE\\_INSECTOS](https://www.researchgate.net/publication/379988758_ACEPTACION_PRESENTACION_Y_BENEFICIOS_NUTRICIONALES_DE_ALIMENTOS_A_BASE_DE_INSECTOS).
- Vanqa, Nthabeleng, Vusi Vincent Mshayisa y Moses Basitere. 2022. “Proximate, Physicochemical, Techno-Functional and Antioxidant Properties of Three Edible Insect (*Gonimbrasia belina*, *Hermetia illucens* and *Macrotermes subhylanus*) Flours”. *Foods* 11, núm. 7: 976. <https://doi.org/10.3390/foods11070976>. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/7/976>.



## ARTÍCULO DE REVISIÓN

Sustitutos de la leche: una alternativa versátil a diversos desafíos

Milk substitutes: a versatile alternative to various challenges

Autor: Michelle M. Betancourt

## Sustitutos de la leche: una alternativa versátil a diversos desafíos

### Milk substitutes: a versatile alternative to various challenges

**Autor:** I. Michelle M. Betancourt, ORCID: 0009-0005-6502-557X

**Sobre el autor:** Escuela Agrícola Panamericana Zamorano

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 02-12-24

Aceptado/Accepted: 18-12-24

**Contacto de correspondencia:** mimabeca02@gmail.com,  
michelle.betancourt@est.zamorano.edu.com

#### Resumen

**Introducción:** A medida que crece la preocupación por la salud, el medio ambiente y el bienestar animal, los consumidores buscan alternativas a productos de origen animal. El objetivo de esta revisión fue analizar los beneficios potenciales de impulsar la producción de los análogos de la leche en el mercado hondureño, considerando factores nutricionales y ambientales. Se espera que esta información sea útil para promover un cambio en las preferencias alimentarias a opciones más sostenibles. **Metodología:** Se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos científicos, seleccionando trabajos que evaluaran aspectos nutricionales y ambientales de las leches vegetales en comparación con la leche animal. **Resultados:** Los sustitutos de la leche, tales como las bebidas a base de soja o almendra, ofrecen beneficios significativos a la salud y su vez beneficios a la población intolerante a la lactosa al mismo tiempo a la población con alergias a la proteína de la leche. De igual manera, estos productos muestran beneficios en el uso más eficiente de recursos y menores emisiones de gases de efecto invernadero, lo que conlleva a una reducción del impacto ambiental. **Conclusiones:** Los sustitutos de la leche pueden brindar beneficios a la población en diferentes áreas, ya que existe suficiente literatura que respalda que se obtienen beneficios en diferentes áreas.

**Palabras clave:** análogos, bebidas vegetales, nutrición, sostenibilidad

#### Abstract

**Introduction:** As concerns about health, the environment, and animal welfare grow, consumers are seeking alternatives to animal-derived products. The objective of this review was to analyze the potential benefits of boosting the production of milk analogues in the Honduran market, considering nutritional and environmental factors. It is hoped that this information is expected to be useful in promoting a shift in food preferences toward more sustainable options. **Methodology:** An exhaustive search of scientific articles

was conducted, selecting works that evaluated the nutritional and environmental aspects of plant-based milks compared to animal milk. **Results:** Milk substitutes, such as soy or almond-based beverages, offer significant health benefits for the lactose-intolerant population as well as the population with milk protein allergies. Similarly, these products demonstrate benefits in the more efficient use of resources and lower greenhouse gas emissions, leading to a reduce environmental impact. **Conclusions:** Milk substitutes can provide benefits to the population in different areas, as there is sufficient literature supporting that benefits are obtained in different areas.

**Keywords:** Analogues, plant-based drinks, nutrition, sustainability

## Introducción

El mercado global de la industria alimentaria está constantemente cambiando debido a las emergentes necesidades y preocupaciones de los consumidores. Las preferencias alimentarias de los humanos están en constante evolución, influenciadas por factores culturales, ambientales y personales. A medida que la sociedad prioriza cada vez más la salud, la sostenibilidad ambiental y las preocupaciones éticas, sus preferencias alimentarias experimentan cambios.

Las tendencias actuales indican que las personas exigen productos con beneficios a la salud y con un impacto ambiental positivo (Martinez-Alvarez et al. 2021). En este contexto, los sustitutos de los productos a base de plantas han tenido un auge en el mercado global. Debido a la pandemia, se observó un cambio en el mercado latinoamericano, experimentando un aumento del consumo de los alimentos a base de plantas comúnmente conocidos como alimentos “plant-based” (Axe Consultores 2023).

La Guía Alimentaria de los Estados Unidos recomienda reducir el insumo de leche, promoviendo la dieta mediterránea que enfatiza en consumir al mínimo los productos a base de leche de vaca y se enfoca más en el consumo de alimentos a base de plantas (USDA 2015). Existe una relación entre los sistemas alimentarios y con la necesidad alimenticia de los consumidores, esta última incita a los cambios que deben de existir en la industria. Esta transformación requiere ajustes significativos en los patrones alimentarios, con énfasis en la incorporación de alimentos ricos en nutrientes como frutos secos, frutas, verduras y legumbres (Detzel et al. 2021).

Las ventas de alimentos de origen vegetal crecieron a nivel mundial un 6.6 % de 2021 a 2022 (Plant Based Foods Association 2022). Además, se prevé que el valor proyectado del mercado mundial de alimentos de origen vegetal alcance los 78.95 mil millones de dólares en 2026 (Vantage Market Research 2022). Esto presenta excelentes oportunidades para el mercado en desarrollar nuevos productos con base en análogos de la leche.

En Honduras existe un consumo aproximado per cápita de 130 litros de leche (Gobierno de la República de Honduras). Sin embargo, factores externos como el cambio climático dificultan satisfacer estas necesidades.

El objetivo de esta revisión es analizar los beneficios potenciales de impulsar la producción de los análogos de la leche en el mercado hondureño, considerando factores nutricionales y ambientales. Se espera que esta información sea útil para promover un cambio en las preferencias alimentarias a opciones más sostenibles.

## Metodología

Se realizó una revisión exhaustiva de literatura consultando 40 artículos en bases de datos como Springer, ResearchGate, Scielo y PubMed, enfocándose en los estudios realizados en países donde la implementación de los análogos de la leche está bien fundamentada. Finalmente, se incluyeron 35 artículos en la presente revisión. Se utilizaron términos claves como análogo de leche, sustitutos de leche, productos plant-based y sostenibilidad con productos plant-based. Se incluyeron estudios en inglés y en español, se consideraron los estudios sobre el impacto ambiental de la producción de los análogos de la leche y los impactos que tiene el consumo de estos productos a la salud. Cada artículo se evaluó según su tamaño de muestra y metodología. La revisión se hizo en los meses de octubre y noviembre del año 2024.

## Resultados

La composición nutricional de las bebidas a base de plantas puede variar ampliamente basándonos en el tipo de fuente, como granos, legumbres, nueces o semillas. Basándonos principalmente en la soya, arroz, avena y almendra, ya que parecen ser las más conocidas ampliamente alrededor del mundo, resumimos las diferencias en su composición relacionándola con la leche entera de vaca (Brusati et al. 2023).

**Tabla 1.** Composición energética y de macronutrientes de bebidas a base de plantas y leche entera de vaca

Bebida	Energía (Kcal/100 ml)	Proteínas (g/100 ml)	Lípidos (g/100 ml)	Carbohidratos (g/100 ml)
Soya	44 * / 46.7 §	3.3 * / 3.1 §	2.0 * / 1.8 §	3.0 * / 4.3 §
Arroz	57 * / 56.8 §	0.2 * / 0.3 §	1.0 * / 0.9 §	12.0 * / 11.5 §
Almendra	38 * / 40.2 §	0.8 * / 0.8 §	2.3 * / 2.0 §	3.0 * / 4.4 §
Avena	47 * / 45.3 §	0.6 * / 0.9 §	1.2 * / 1.1 §	7.9 * / 7.5 §
Leche de vaca entera	60	3.3	3.3	4.6

\* Valor mediano; § valor promedio.

Fuente: (Brusati et al. 2023).

La alergia a las proteínas de la leche de vaca se conoce como una situación patológica en la que el sujeto desarrolla una reacción alérgica a los componentes de la leche de la vaca. La alergia a las proteínas de la leche de vaca se conoce como una situación patológica en la que el sujeto desarrolla una reacción alérgica a los componentes de la leche de la vaca. Es un problema que afecta a un porcentaje bajo, aunque considerable de niños en su primer año de vida. Existen dos alternativas posibles pueden ser a fórmulas a base de arroz y soya (Brusati et al. 2023).

El arroz ha sido percibido como una fuente dietética rica en carbohidratos y, de forma similar es vista la leche a base de arroz, ya que contiene incluso más azúcar que la leche normal de vaca. Otra consideración importante es que la leche de arroz es libre de lactosa, lo que lo convierte en un sustituto alternativo en personas con intolerancia a la lactosa (Vanga y Raghavan 2018).

La soya es una fuente dietaria única que contiene una gran cantidad de proteínas (35-45 %) y grasa (20 %). Tomando en cuenta que es una alternativa a la leche de vaca en personas con intolerancia a la lactosa o alergia a la leche de vaca, la leche de soya es ampliamente consumida por los beneficios a la salud, debido a la presencia de isoflavonas (daidzeína y genisteína), que se han visto relacionadas exhibiendo sus propiedades anticancerígenas, siendo un punto ventajoso que no se puede obviar (Vanga y Raghavan 2018).

La Tabla 2 muestra la composición nutricional de la leche entera comparándola con leche vegetal encontrada en el mercado. Los datos de la tabla demuestran que la leche entera presenta una mayor cantidad de calorías, esto es igualmente mencionado en el etiquetado nutricional de productos preenvasados para consumo humano a partir de los 3 años de edad según el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) en el que se demuestra que la leche entera tiene una mayor cantidad de calorías (RTCA 2023).

**Tabla 2.** Composición nutricional de la leche entera comparada a las de leche vegetal

Nutrientes	Leche entera	Leche de soya	Leche de almendra	Leche de avena	Leche de marañón
Calorías	150	110	60	120	25
Carbohidratos (g)	12	9	No reportado	18	1
Azúcares totales (g)	12	6	2.5	7	0
Proteínas (g)	8	8	1	1	1
Grasas totales (g)	8	4.5	2.5	5	2
Grasas saturadas (g)	5	0.5	0	0	0
Sodio (mg)	125	90	No reportado	No reportado	No reportado
Potasio (mg)	376	380	0	200	0
Calcio (mg)	325	450	470	470	470
Fósforo (mg)	No reportado	No reportado	No reportado	No reportado	No reportado
Hierro (mg)	0	1.3	0.5	0.8	0.5
Vitamina A (mcg)	No reportado	150	140	230	140
Vitamina B12 (mcg)	No reportado	3	No reportado	2.4	No reportado
Vitamina D (mcg)	2	3	2	4	No reportado
Vitamina E (mcg)	No reportado	No reportado	4	No reportado	4

**Nota:** Cuadro elaborado por la autora a partir de información recopilada de etiquetas de diversos productos alimenticios g: gramos; mg: miligramos; mcg: microgramos.

**Fuente:** (Betancourt 2024).

La composición nutricional de las bebidas que son de origen vegetal puede fortalecerse gracias a los procesos de fermentación, al mejorar la digestibilidad y disponibilidad de los nutrientes. El proceso bioquímico de la fermentación puede favorecer la producción de factores nutritivos como las vitaminas y ayuda en la eliminación de elementos que no aportan valores simbólicos en la dieta, lo que le da un incremento a la biodisponibilidad de nutrientes (Hidalgo-Fuentes et al. 2024).

Las bebidas fermentadas a base de plantas contienen una amplia variedad de componentes bioactivos, especialmente fitoquímicos, que poseen numerosas propiedades biológicas. El consumo de estos productos fermentados ha demostrado beneficios significativos para la salud y ha sido evaluado en ensayos clínicos con humanos (Hidalgo-Fuentes et al. 2024).

**Tabla 3.** Beneficios para la salud de las bebidas fermentadas a base de plantas asociadas con componentes bioactivos.

Bebida fermentada a base de plantas	Identificación de compuestos bioactivos	Modelo in vivo	Dosis y duración	Beneficios para la salud
Soja ( <i>Glycine max</i> )	Isoflavonas agliconas	Ratas alimentadas con una dieta alta en grasas	10 ml por kg de peso corporal/día/6 semanas	Antihiperlipidémico
Soja ( <i>Glycine max</i> )	N.D. (No determinado)	Pacientes con diabetes tipo 2 y problemas renales	200 ml por paciente/día/8 semanas	Antidiabético
Soja ( <i>Glycine max</i> )	Isoflavonas agliconas y vitaminas	Ratas alimentadas con una dieta hipercalórica alta en grasas y fructosa	10 ml por kg de peso corporal/día/90 días	Antidiabético y antiobesidad
Soja ( <i>Glycine max</i> )	Isoflavonas agliconas	Modelo murino de envejecimiento inducido por D-galactosa	0.2 ml por animal/día/8 semanas	Antioxidante y anti-envejecimiento
Avena ( <i>Avena sativa</i> )	N.D.	Pacientes celíacos	200 ml por paciente/día/6 meses	Antihiperlipidémico
Avena ( <i>Avena sativa</i> )	Polifenoles y GABA	Modelo de ratas con diabetes inducida por estreptozotocina	7 ml por animal/día/6 semanas	Antidiabético e hipolipidemiante
Arroz ( <i>Oryza sativa</i> )	GABA, $\alpha$ -tocoferol y polifenoles	Modelo de colitis en ratas	150 mg disuelto en PBS por kg de peso corporal/día/10 días	Antioxidante
Arroz ( <i>Oryza sativa</i> )	Polifenoles	Ratas hipertensas propensas a ictus espontáneo	40 mg de bebida por kg de peso corporal/16 horas de ayuno	Antihipertensivo
Pepino dulce ( <i>Solanum muricatum</i> )	GABA	Ratas hipertensas espontáneas	2.5 ml por animal/día/8 semanas	Antihipertensivo
Manzana Aksu ( <i>Rosaceae, Malus, Fiji</i> )	N.D.	Ratones C57BL/6J	10 ml de bebida por kg de peso corporal/día/4 semanas	Antidiabético

GABA: ácido gamma-aminobutírico; N.D.: no determinado.  
Fuente: (Hidalgo-Fuentes et al. 2024).

La Tabla 4 muestra como la producción de las leches a base de plantas tienen menores impactos negativos con respecto al uso de agua, uso de tierras, eutrofización y la emisión de gases de efecto invernadero. En el uso de tierra, la producción lechera tiene un uso 8.95 m<sup>2</sup> por kg de leche producida, en contraste, la producción en conjunto de la leche de almendra, avena, arroz y soya no sobrepasan los 3m<sup>2</sup> (Poore y Nemecek 2018). Según el estudio realizado en la Universidad de Oxford demostró que los productos a base de plantas reducen hasta un 70 % las emisiones de gases y requieren un 80 % menos tierra (Geburt et al. 2022).

**Tabla 4.** Diferencia del impacto ambiental en la producción de los tipos de leche

Tipo de leche	Uso de tierras (m <sup>2</sup> )	Emisiones de gases de efecto invernadero (kg)	Uso de agua dulce (L)	Eutrofización (g)
Leche de vaca	8.95	3.15	628.2	10.65
Leche de avena	0.76	1.18	48.24	1.62
Leche de soya	0.66	0.98	27.8	1.06
Leche de almendra	0.5	0.7	371.46	1.5
Leche de arroz	0.34	0.9	269.81	4.69

**Nota:** La información fue recopilada por Joseph Poore y Thomas Nemecek en 2018.  
**Fuente:** (Betancourt 2024).

## Discusión

La soja (*Glycine max*) es la única fuente de proteína vegetal que contiene todos los aminoácidos esenciales en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades fisiológicas humanas, lo que la convierte en una fuente clave de proteína vegetal tanto para humanos como para animales. Las semillas de soja son un ingrediente altamente valorado en la producción de alternativas a la carne, gracias a sus propiedades nutricionales favorables que las distinguen de otros frijoles y legumbres comúnmente consumidos (Belobrajdic et al. 2023).

Los análogos de queso pueden ser completamente elaborados con ingredientes vegetales. A diferencia del queso tradicional, estos productos no contienen colesterol, pero tienen un contenido más alto de fibra y carbohidratos complejos. Además, al incorporar aceite y leche de coco en su preparación, los análogos de queso pueden ser una buena fuente de triglicéridos de cadena media, que han demostrado tener propiedades beneficiosas en la lucha contra enfermedades como el Alzheimer (Kamath, Basak y Gokhale 2022). De igual manera, las leches vegetales tienen un mejor perfil de ácidos grasos en comparación a la leche de origen animal que el 65 % del su perfil de ácidos grasos son ácidos grasos saturados de cadena larga (van Hekken et al. 2017; Aresta et al. 2021).

Sin embargo, existen estudios que mencionan que las propiedades nutricionales de la leche no pueden ser sustituidas por algún análogo de origen vegetal. A diferencia de la soja que puede llegar a tener una digestibilidad de proteína del 98 %, el resto de las leches de origen vegetal tienen un porcentaje mucho menor (77-93 %) (Antunes et al. 2022). Adicionalmente, los análogos de la leche deben tener un tratamiento térmico complementario para eliminar los componentes antinutricionales como el ácido fítico y los inhibidores de tripsina (Mäkinen et al. 2016). De igual forma, un estudio menciona que

los análogos de la leche son inferiores a la leche animal debido a su poca disponibilidad del calcio y su alto índice glicémico (Chalupa-Krebzdak, Long y Bohrer 2018).

Los análogos de la leche representan una vía para poder reducir los efectos negativos al ambiente causados por la industria de lácteos. Según el análisis realizado en 2018 revela que la producción de leche contribuye a mayores emisiones de gases de efecto invernadero y usa una mayor cantidad de recursos. Este reporta que la producción de las bebidas a base de plantas emite tan solo el 6 % de las sustancias que producen eutrofización en la producción de leche de vaca. (Poore y Nemecek 2018; Hannah Ritchie 2022; Clune, Crossin y Verghese 2017). De igual manera, la transición a opciones de leche vegetal ayuda a disminuir los efectos de acidificación y eutrofización. Los cultivos de soya, avena y coco tienen impactos ambientales menores con un decrecimiento de producción de gases de efecto invernadero de un 28 % (Carlsson Kanyama, Hedin y Katzeff 2021).

Los atributos más relevantes para la leche vegetal son el nivel de azúcar (endulzada de forma natural), la fuente vegetal (por ejemplo, almendra) y el tamaño del envase (medio galón). Los consumidores destacaron dulzura, cremosidad, regusto de la leche a base de plantas y el hecho de que no contiene lactosa (Haas et al. 2019b).

La leche de soya fortificada obtiene las mejores puntuaciones en estudios comparativos, en cuanto a equilibrio entre valor nutritivo y el impacto en el cambio climático cuando se evalúan al mismo tiempo leche de vaca semidescremada con la leche de soya (Singh-Povel et al. 2022). Casi el 15 % de las emisiones de gases de efecto invernadero son causa de la ganadería (Zamad, Heng y Muller 2021). En Honduras se realizó una investigación que menciona que las fincas lecheras producen una gran cantidad de gases de efecto invernadero, con una producción de 25 038 toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono) por año (Marín-López, Matamoros-Ochoa y Ramírez-Restrepo 2022). Las dietas a base de vegetales pueden ayudar a reducir los gases de efecto invernadero (Clark et al. 2020).

Más del 7.4 % del mercado de la leche está ocupado por alternativas lácteas de origen vegetal (Laila et al. 2021; Schiano et al. 2020). En general, la evidencia actual sugiere que las alternativas vegetales a las proteínas animales (PBF, por sus siglas en inglés) son una opción mejor y más viable, ya que ofrecen beneficios para la salud, requieren menos recursos para su producción y emplean métodos de procesamiento más sostenibles en comparación con los de origen animal (Tachie, Nwachukwu y Aryee 2023).

Un estudio señala el impacto ambiental negativo de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la producción de carne vacuna, estrechamente vinculada a la producción de leche. En los productores con mayores emisiones, estas alcanzan hasta 105 kg de CO<sub>2</sub> equivalente por cada 100 g de proteína, lo que contribuye significativamente al cambio climático. Además, la producción de carne genera altos niveles de acidificación, eutrofización y uso intensivo de agua, afectando negativamente los ecosistemas acuáticos y los recursos hídricos (Poore y Nemecek 2018).

La leche de vaca es señalada por producir grandes impactos en la destrucción de la capa de ozono, generación de smog, toxicidad ecológica y por contener sustancias cancerígenas debido al uso de fertilizantes de zinc. A diferencia de la leche de almendra que contrasta con la leche de vaca al no contener sustancias cancerígenas (Grant y Hicks 2018).

Otro beneficio del consumo de los análogos de la leche es la nueva tendencia de bienestar animal (Haas et al. 2019a). De hecho, un estudio de problemas sociales posicionó el bienestar social como uno de los principales problemas sociales en América con un 33 %, superado a la salud pública con un 22 % (Feldmann et al. 2021).

Los rumiantes grandes, como los bovinos, son de vital importancia en la producción de leche y carne roja para el consumo de las personas globalmente. Por lo tanto, son criados en todas partes del mundo. Tiempo atrás, vivían libremente y producían la cantidad

de leche necesaria para alimentar a sus crías. Actualmente se mantienen en cautiverio, se les exige alcanzar niveles de producción más allá de los que naturalmente lograrían y prácticas de manejo que tienen un impacto significativo en el bienestar de los rumiantes, ya que algunas de ellas pueden ser dolorosas, como el descornado y la castración, mientras que otras, aunque no causan dolor directo, pueden inducir estrés, como el destete y las condiciones climáticas adversas (Koknaroglu y Akunal 2013).

## Conclusiones

Esta revisión muestra que los análogos de la leche, en particular las bebidas vegetales, ofrecen alternativas viables y sostenibles a la leche de vaca, respondiendo a la creciente demanda por productos que promuevan la salud y reduzcan el impacto ambiental. Al comparar su composición nutricional, estas bebidas, a base de soja, almendra, avena y arroz, se presentan como opciones especialmente beneficiosas para personas con intolerancia a la lactosa o alergias a la proteína de la leche de vaca, además de proporcionar nutrientes específicos como isoflavonas y fitoquímicos con potenciales efectos positivos en la salud. Adicionalmente, estas alternativas muestran una huella ecológica menor al requerir menos recursos y generar menos emisiones que la producción láctea animal, alineándose con las tendencias de consumo sostenibles. Los resultados destacan la capacidad de estas bebidas para enriquecer la dieta, no solo como sustitutos, sino como fuentes de compuestos bioactivos que, en algunos casos, pueden contribuir a la prevención de enfermedades crónicas. En resumen, la evidencia apoya que los análogos de la leche pueden desempeñar un papel importante en la transición hacia una alimentación más saludable y ecológicamente responsable.

## Referencias

- Antunes, I. C., R. Bexiga, C. Pinto, L. C. Roseiro y M. A. G. Quaresma. 2022. "Cow's Milk in Human Nutrition and the Emergence of Plant-Based Milk Alternatives". *Foods (Basel, Switzerland)* 12 núm. 1. <https://doi.org/10.3390/foods12010099>.
- Aresta, Antonella, Stefania de Santis, Alessia Carocci, Alexia Barbarossa, Andrea Ragusa, Nicoletta de Vietro, Maria Lisa Clodoveo, Filomena Corbo y Carlo Zambonin. 2021. «Determination of Commercial Animal and Vegetable Milks' Lipid Profile and Its Correlation with Cell Viability and Antioxidant Activity on Human Intestinal Caco-2 Cells". *Molecules (Basel, Switzerland)* 26, núm .18. <https://doi.org/10.3390/molecules26185645>.
- Axer Consultores. 2023. "El Auge de los Productos Plant-Based en Latinoamérica". <https://axerconsultores.com/blog/el-auge-de-los-productos-plant-based-en-latinoamerica/>.
- Belobrajdic, Damien P., Genevieve James-Martin, Darren Jones y Cuong D. Tran. 2023. "Soy and Gastrointestinal Health: A Review". *Nutrients* 15, núm .8. <https://doi.org/10.3390/nul5081959>.
- Brusati, Marco, Luciana Baroni, Gianluca Rizzo, Francesca Giampieri y Maurizio Battino. 2023. "Plant-Based Milk Alternatives in Child Nutrition". *Foods (Basel, Switzerland)* 12, núm .7. <https://doi.org/10.3390/foods12071544>.
- Carlsson Kanyama, Annika, Björn Hedin y Cecilia Katzeff. 2021. "Differences in Environmental Impact between Plant-Based Alternatives to Dairy and Dairy Products:

A Systematic Literature Review”. *Sustainability* 13, núm. 22: 125-99. <https://doi.org/10.3390/sul32212599>.

- Chalupa-Krebsdak, Sebastian, Chloe J. Long y Benjamin M. Bohrer. 2018. “Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives”. *International Dairy Journal* 87, 84-92.. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.07.018>.
- Clark, MA, NG Domingo, K Colgan, SK Thakrar, D Tilman, J Lynch, IL Azevedo y JD Hill. 2020. “Global Food System Emissions Could Preclude Achieving the 1.5° and 2°C Climate Change Targets”. *Science* 370, 705-8 <https://doi.org/10.5880/PIK.2019.001>.
- Clune, Stephen, Enda Crossin y Karli Verghese. 2017. “Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories”. *Journal of Cleaner Production* 140, 766-83. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.082>.
- Detzel, Andreas, Martina Krüger, Mirjam Busch, Irene Blanco-Gutiérrez, Consuelo Varela, Rhys Manners, Jürgen Bez y Emanuele Zannini. 2021. “Life Cycle Assessment of Animal-Based Foods and Plant-Based Protein-Rich Alternatives: An Environmental Perspective”. *Journal of the science of food and agriculture* 102, núm. 12: 5098–5110. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11417>. El DOI de esta referencia no funciona (Solucionar),
- Feldmann, D, A Thayer, M Wall, C Dashnaw y T Hansenn. 2021. “Influencing Young America to Act: Cause and Social Influence”. <https://www.causeandsocialinfluence.com/2020yearinreview>.
- Geburt, Katrin, Elke Herta Albrecht, Marcel Pointke, Elke Pawelzik, Martina Gerken y Imke Traulsen. 2022. “A Comparative Analysis of Plant-Based Milk Alternatives Part 2: Environmental Impacts”. *Sustainability* 14, 84-24. <https://doi.org/10.3390/sul14148424>. El DOI de esta referencia no funciona.
- Gobierno de la República de Honduras. “El primer Distrito Lechero del país se establece en Subirana (Yoro): Nota de Prensa”. [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.sefin.gob.hn%2Fdownload\\_file.php%3Fdownload\\_file%3D%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F02%2Fnoticia-022020064.pdf&psig=AOvVaw145gO3Dp89KXL55jTa3JtC&ust=1730748383935000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAQQn5wMahcKEwiIys-m8sCJAxUAAAAAHQAAAAAQBA](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.sefin.gob.hn%2Fdownload_file.php%3Fdownload_file%3D%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F02%2Fnoticia-022020064.pdf&psig=AOvVaw145gO3Dp89KXL55jTa3JtC&ust=1730748383935000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAQQn5wMahcKEwiIys-m8sCJAxUAAAAAHQAAAAAQBA).
- Grant, Courtney A. y Andrea L. Hicks. 2018. “Comparative Life Cycle Assessment of Milk and Plant-Based Alternatives”. *Environmental Engineering Science* 35, núm. 11: 35–47. <https://doi.org/10.1089/ees.2018.0233>.
- Haas, Rainer, Alina Schnepps, Anni Pichler y Oliver Meixner. 2019a. “Cow Milk versus Plant-Based Milk Substitutes: A Comparison of Product Image and Motivational Structure of Consumption”. *Sustainability* 11 n.18: 50 46. <https://doi.org/10.3390/sul1185046>.
- Haas, Rainer, Alina Schnepps, Anni Pichler y Oliver Meixner. 2019b. “Cow Milk versus Plant-Based Milk Substitutes: A Comparison of Product Image and Motivational Structure of Consumption”. *Sustainability* 11, núm. 18: 50-46. <https://doi.org/10.3390/sul1185046>.
- Hannah Ritchie. 2022. “Dairy vs. plant-based milk: What are the environmental impacts?”. *OurWorldinData.org*. <https://ourworldindata.org/environmental-impact-milks>.
- Hidalgo-Fuentes, Belén, Edgar de Jesús-José, Anselmo de J. Cabrera-Hidalgo, Ofelia Sandoval-Castilla, Teodoro Espinosa-Solares, Ricardo M. González-Reza, María L.

- Zambrano-Zaragoza, Andrea M. Liceaga y José E. Aguilar-Toalá. 2024. “Plant-Based Fermented Beverages: Nutritional Composition, Sensory Properties, and Health Benefits”. *Foods (Basel, Switzerland)* 13, núm. 6. <https://doi.org/10.3390/foods13060844>.
- Kamath, Rahul, Somnath Basak y Jyoti Gokhale. 2022. “Recent trends in the development of healthy and functional cheese analogues-a review”. *LWT* 155. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112991>.
  - Koknaroglu, H. y T. Akunal. 2013. “Animal Welfare: An Animal Science Approach”. *Meat science* 95, núm. 4: 821–27. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.030>.
  - Laila, Amar, Nicole Topakas, Emily Farr, Jess Haines, David Wl Ma, Genevieve Newton y Andrea C. Buchholz. 2021. “Barriers and Facilitators of Household Provision of Dairy and Plant-Based Dairy Alternatives in Families with Preschool-Age Children”. *Public health nutrition* 24, núm. 17. <https://doi.org/10.1017/S136898002100080X>.
  - Mäkinen, Outi Elina, Viivi Wanhalinna, Emanuele Zannini y Elke Karin Arendt. 2016. “Foods for Special Dietary Needs: Non-Dairy Plant-Based Milk Substitutes and Fermented Dairy-Type Products”. *Critical reviews in food science and nutrition* 56, núm. 3: 339–49. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>.
  - Marín-López, D., I. A. Matamoros-Ochoa y C. A. Ramírez-Restrepo. 2022. “Dinámicas de producción y emisiones modeladas de gases de efecto invernadero en sistemas regionales de producción lechera de Honduras”. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 69, núm. 1. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v69n1.101526>.
  - Martínez-Alvarez, Oscar, Amaia Iriondo-DeHond, Joaquín Gómez-Estaca y María Dolores del Castillo. 2021. “Nuevas tendencias en la producción y consumo alimentario”. *Distribución y Consumo* 1. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/253463/1/nuevatendealimen.pdf>.
  - Plant Based Foods Association. 2022. “2022 Retail Sales Data”. <https://plantbasedfoods.org/2022-retail-sales-data-plant-based-food>.
  - Poore, J. y T. Nemecek. 2018. «Reducing Food’s Environmental Impacts Through Producers and Consumers». *Science*, 360: 987–92. <https://doi.org/10.1126/science.aaq0216>.
  - Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 2023. “Etiquetado nutricional de productos preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad”. <https://sde.gob.hn/wp-content/uploads/2024/03/RTCA-Etiq.-Nutricional-CPI.pdf>.
  - Schiano, A. N., W. S. Harwood, P. D. Gerard y M. A. Drake. 2020. “Consumer Perception of the Sustainability of Dairy Products and Plant-Based Dairy Alternatives”. *Journal of dairy science* 103, núm. 12: 228–43. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18406>.
  - Singh-Povel, Cécile M., Martine P. van Gool, Ana Paulina Gual Rojas, Marjolijn C. E. Bragt, Anne J. Kleinnijenhuis y Kasper A. Hettinga. 2022. «Nutritional Content, Protein Quantity, Protein Quality and Carbon Footprint of Plant-Based Drinks and Semi-Skimmed Milk in the Netherlands and Europe». *Public health nutrition* 25, núm. 5: 1–35. <https://doi.org/10.1017/S1368980022000453>.
  - Tachie, Christabel, Ifeanyi D. Nwachukwu y Alberta N. A. Aryee. 2023. “Trends and innovations in the formulation of plant-based foods”. *Food Prod Process and Nutr* 5, núm. 1. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00129-0>.

- USDA, ed. 2015. 2015-2020 *Dietary Guidelines for Americans*. 8.<sup>a</sup> ed. United States of America. Accedido el 28 de febrero de 2024. [https://health.gov/sites/default/files/2019-09/2015-2020\\_Dietary\\_Guidelines.pdf](https://health.gov/sites/default/files/2019-09/2015-2020_Dietary_Guidelines.pdf).
- Van Hekken, D. L., M. H. Tunick, D. X. Ren y P. M. Tomasula. 2017. “Comparing the Effect of Homogenization and Heat Processing on the Properties and in Vitro Digestion of Milk from Organic and Conventional Dairy Herds”. *Journal of dairy science* 100, núm. 8. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12089>.
- Vanga, Sai Kranthi y Vijaya Raghavan. 2018. “How Well Do Plant Based Alternatives Fare Nutritionally Compared to Cow’s Milk?”. *Journal of food science and technology* 55, núm. 1: 10–20. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2915-y>.
- Vantage Market Research. 2022. “Plant Based Food Market Size to Grow by USD 78.95 Billion: Revenue Forecast, Company Ranking, Competitive Landscape, Growth Factors, And Trends”. <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/04/20/2425380/0/en/Plant-Based-Food-Market-Size-to-Grow-by-USD-78-95-Billion-Revenue-Forecast-Company-Ranking-Competitive-Landscape-Growth-Factors-And-Trends-Vantage-Market-Research.html>.
- Zamad, Mohammad, Lee Heng y Cristoph Muller. 2021. *Measuring Emission of Agricultural Greenhouse Gases and Developing Mitigation Options using Nuclear and Related Techniques: Applications of Nuclear Techniques for GHGs*.



## ARTÍCULO DE OPINIÓN

Utilización de subproductos de la industria alimentaria como opciones sostenibles y nutritivas a favor de la seguridad alimentaria

Using food industry by-products as sustainable and nutritious options for food security

Autor: Alejandra M. Lagos Soto

## Utilización de subproductos de la industria alimentaria como opciones sostenibles y nutritivas a favor de la seguridad alimentaria

### Using food industry by-Products as sustainable and nutritious options for food security

**Autor:** Alejandra M. Lagos Soto (ORCID: 0009-0005-5673-4980)

**Sobre el autor:** Maestrante en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 27-10-24  
Aceptado/Accepted: 12-12-24

**Contacto de correspondencia:** [alagsot@upv.edu.es](mailto:alagsot@upv.edu.es)

#### Resumen

Este artículo tiene como objetivo analizar el valor nutricional de los subproductos de la industria alimentaria como una alternativa innovadora para mejorar la sostenibilidad y la calidad nutricional. Se basa en estudios previos que han evaluado subproductos de origen vegetal, como cáscaras de frutas, vegetales, y de origen animal, como huesos y vísceras.

El texto aborda las posibles ventajas del uso de estos subproductos en el desarrollo de productos para el consumo humano y animal, así como en procesos industriales. La reutilización de estos recursos no solo puede reducir el desperdicio de alimentos, sino también mejorar la economía y generar nuevas oportunidades de mercado.

Además, muchos subproductos poseen propiedades nutricionales que pueden enriquecer alimentos, lo que beneficia la salud pública. También se considera el impacto ambiental positivo, ya que la reducción de desechos contribuye a una mayor sostenibilidad en la industria alimentaria. Finalmente, se resaltan las implicaciones económicas de reducir costos de producción y promover una economía más circular, optimizando el uso de recursos y reduciendo la dependencia de materias primas.

**Palabras clave:** subproductos agroalimentarios, sostenibilidad ambiental, calidad de los alimentos

#### Abstract

This article aims to analyze the nutritional value of food industry by-products as an innovative alternative to improve sustainability and nutritional quality. It is based on previous studies that have evaluated by-products of plant origin, such as fruit and vegetable peels, and animal origin, such as bones and viscera.

The text addresses the potential advantages of using these by-products in the development of products for human and animal consumption, as well as in industrial processes. Reusing these resources not only reduces food waste but also improve the economy and generate new market opportunities.

In addition,, many by-products possess nutritional properties that can enrich food, which benefits public health. The positive environmental impact is also considered, as reducing waste contributes to greater sustainability in the food industry. Finally, the economic implications of reducing production costs and promoting a more circular economy, optimizing resource use and reducing dependence on raw materials, are highlighted.

Keywords: food agro-industry by-products, Ambiental Sustainability, Food quality

## Introducción

El desperdicio de alimentos sigue siendo un desafío significativo a nivel mundial, con implicaciones ambientales, sociales y económicas profundas. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2012), en 2021 se estimó que aproximadamente 931 millones de toneladas de alimentos se desperdician cada año, lo que representa el 17 % del total de alimentos disponibles para los consumidores. Esta cifra incluye el desperdicio en hogares 61 %, servicios de alimentación 26 % y comercios minoristas 13 %.

La pérdida y desperdicio de alimentos no solo constituyen un problema de ineficiencia en la cadena de suministro alimentaria, sino que también son responsables entre el 8 y el 10 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático y a la degradación de ecosistemas naturales (Caicedo e Ibarra 2017). Además, se calcula que el 30 % de la superficie agrícola mundial se utiliza para producir alimentos que nunca llegan a ser consumidos, lo cual supone un uso insostenible de recursos vitales como agua, energía y suelo.

En términos económicos, el desperdicio de alimentos genera una pérdida anual estimada en 1 billón de dólares, lo que incluye los costos asociados a la producción, el transporte y la eliminación de residuos alimentarios (García 2018). En regiones vulnerables, como América Latina y el Caribe, donde más de 47 millones de personas sufren inseguridad alimentaria, reducir el desperdicio de alimentos podría ser una estrategia clave para mejorar el acceso a alimentos nutritivos y asequibles.

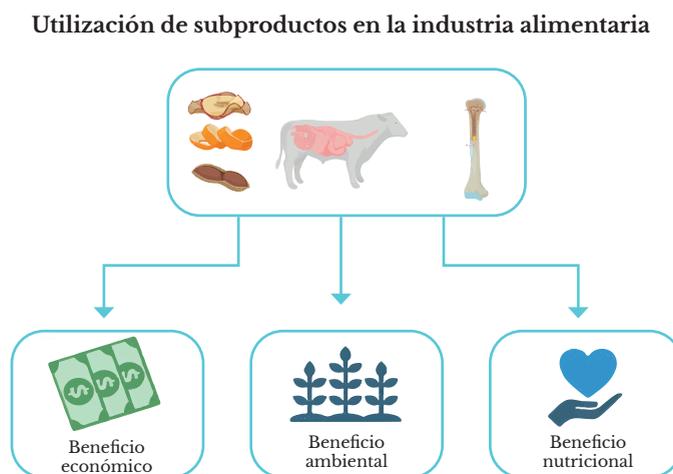
La reutilización de subproductos de la industria alimentaria ha ganado relevancia en diferentes países, donde se están implementando enfoques innovadores para transformar lo que tradicionalmente se consideraba desecho en recursos valiosos.

La industria pesquera japonesa ha desarrollado productos como suplementos alimenticios a partir de subproductos marinos, incluyendo colágeno derivado de escamas de pescado y extractos de vísceras con propiedades antioxidantes. Estas innovaciones no solo reducen el desperdicio, sino que también agregan valor al sector pesquero (Hleap y Gutiérrez 2017).

En la industria cervecera suramericana, los subproductos como el bagazo de cebada, que es rico en fibra y proteínas, se han utilizado para producir snacks saludables y aditivos alimentarios. Este enfoque no solo contribuye a una economía circular, sino que también crea nuevas oportunidades de mercado en el sector de alimentos funcionales, otro ejemplo clave es Brasil, en donde con los residuos del café —como la cáscara—, están siendo utilizados en la industria de alimentos funcionales para crear productos con propiedades antioxidantes y estimulantes. Estos residuos contienen compuestos bioactivos, como polifenoles y cafeína, que pueden contribuir a la salud y bienestar de los consumidores (Talmón et al. 2022).

Países Bajos tiene un enfoque pionero hacia la economía circular, los Países Bajos han liderado proyectos para transformar cáscaras de papa, restos de zanahoria y pulpa de tomate en ingredientes para la elaboración de sopas y salsas. Este país ha demostrado que los subproductos agrícolas pueden ser valiosos en la producción de alimentos procesados y ecológicos (Villarán et al. 2018). En España, la valorización de subproductos vegetales, como cáscaras de naranja, ha permitido su incorporación en la industria alimentaria como ingredientes ricos en fibra y antioxidantes. Por ejemplo, en la producción de pan y otros productos horneados, se han utilizado cáscaras de cítricos para aumentar el contenido de fibra dietética (Arias et al. 2018).

**Figura 1.** Principales beneficios de la utilización de subproductos de la industria alimentaria.



**Fuente:** (Lagos 2024).

## Desarrollo

### Innovaciones tecnológicas en el aprovechamiento de subproductos

La implementación de tecnologías avanzadas para la valorización de subproductos de la industria alimentaria ha facilitado la transformación de residuos en productos con alto valor añadido. A continuación, se describen algunas de las innovaciones tecnológicas más relevantes en este ámbito:

**I. Tecnologías enzimáticas y de fermentación.** El uso de enzimas y procesos de fermentación permite la conversión de subproductos en ingredientes funcionales o mejorados desde un punto de vista nutricional. Por ejemplo, la hidrólisis enzimática se utiliza para liberar péptidos bioactivos a partir de proteínas presentes en residuos de carnes, pescados o lácteos, lo que genera compuestos con propiedades antihipertensivas, antidiabéticas, antioxidantes y antimicrobianas (Lagos 2018). La fermentación también puede mejorar la digestibilidad y el perfil de nutrientes de subproductos vegetales, como la cáscara de soja o el salvado de arroz.

**II. Extracción verde de compuestos bioactivos.** La extracción con fluidos supercríticos, ultrasonido o tecnologías de alta presión se ha adoptado como una alternativa sostenible para extraer compuestos valiosos, como antioxidantes, aceites esenciales y fibras, de subproductos vegetales y animales. Estas técnicas permiten evitar el uso de disolventes orgánicos tóxicos, reduciendo el impacto ambiental y mejorando la seguridad alimentaria.

**III. Microencapsulación para la estabilidad de nutrientes.** Los procesos de microencapsulación se están utilizando para proteger los nutrientes y compuestos bioactivos extraídos de subproductos alimentarios. Este enfoque permite mantener la estabilidad de los ingredientes funcionales durante el procesamiento y el almacenamiento, facilitando su incorporación en alimentos enriquecidos, suplementos dietéticos y fórmulas infantiles.

**IV. Tecnologías de secado avanzadas.** El secado por aspersión, el liofilizado y el secado con microondas son técnicas que ayudan a preservar la calidad de los compuestos bioactivos en subproductos alimentarios. Estos métodos se aplican para transformar subproductos líquidos en polvos de alta calidad, que luego se pueden utilizar en productos alimenticios o farmacéuticos.

**V. Uso de nanotecnología para mejorar la biodisponibilidad.** La nanotecnología permite aumentar la biodisponibilidad de nutrientes y compuestos bioactivos presentes en los subproductos. Mediante la creación de nanopartículas, se pueden mejorar las propiedades funcionales de los ingredientes alimentarios, aumentando su eficacia en la promoción de la salud.

### **Beneficios nutricionales y funcionales**

Los subproductos de la industria alimentaria no solo representan una oportunidad para reducir el desperdicio, sino que también contienen compuestos con importantes beneficios nutricionales y funcionales. Esta sección se centra en los principales componentes bioactivos y sus efectos positivos en la salud:

- **Fibra dietética.** Muchos subproductos vegetales, como las cáscaras de frutas (naranja, manzana) y los residuos de legumbres (salvado de trigo, cáscara de soja), son ricos en fibra dietética. La inclusión de estos ingredientes en la dieta contribuye a mejorar la salud digestiva, reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y controlar el nivel de glucosa en sangre. Además, la fibra soluble puede actuar como prebiótico, favoreciendo el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino y mejorando la salud intestinal (Preciado-Saldaña 2022).
- **Compuestos antioxidantes.** Los subproductos de frutas, como las cáscaras y semillas de uva o de cítricos, contienen altas concentraciones de polifenoles, flavonoides y antocianinas, compuestos con actividad antioxidante que ayudan a proteger el cuerpo del daño oxidativo. Estos compuestos han demostrado efectos beneficiosos en la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, la hipertensión y algunos tipos de cáncer.
- **Péptidos bioactivos.** Los residuos proteicos de origen animal, como el colágeno de escamas de pescado o las proteínas lácteas, pueden ser fuente de péptidos bioactivos. Estos péptidos tienen propiedades antihipertensivas, antiinflamatorias y antimicrobianas, lo que los convierte en ingredientes prometedores para el desarrollo de alimentos funcionales o nutraceuticos.
- **Ácidos grasos esenciales.** Subproductos como los residuos de pescado y otros aceites marinos son ricos en ácidos grasos omega-3, que son esenciales para la salud cardiovascular y el desarrollo cerebral. Incorporar estos aceites en la dieta puede ayudar a reducir los niveles de triglicéridos y mejorar la función cognitiva.
- **Minerales y micronutrientes.** La reutilización de subproductos de alimentos de origen animal (por ejemplo, huesos y vísceras) puede proporcionar minerales importantes, como el calcio, el fósforo y el hierro. Estos minerales son esenciales para la salud ósea, la producción de energía y la prevención de anemias.

- **Aplicación en alimentos funcionales.** Los subproductos que contienen estos compuestos bioactivos pueden utilizarse para crear alimentos funcionales que no solo cumplen una función nutritiva básica, sino que también aportan beneficios adicionales para la salud. Por ejemplo, la fortificación de pan con cáscara de naranja en polvo puede aumentar el contenido de fibra y antioxidantes, mientras que la adición de péptidos bioactivos derivados de residuos lácteos en productos lácteos fermentados puede mejorar las propiedades antihipertensivas de dichos productos.

### Perspectiva de la economía circular

La economía circular es un enfoque económico que busca cerrar los ciclos de materiales mediante la reutilización, el reciclaje y la valorización de recursos para minimizar el desperdicio. En el contexto de la industria alimentaria, la reutilización de subproductos no solo contribuye a reducir el desperdicio, sino que también optimiza el uso de recursos naturales y fomenta la sostenibilidad a lo largo de toda la cadena de valor (González et al. 2017).

La valorización de subproductos alimentarios contribuye significativamente a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al desperdicio. Por ejemplo, transformar los residuos orgánicos en ingredientes para alimentos o en biocombustibles evita su disposición en vertederos, donde de otro modo producirían metano, un potente gas de efecto invernadero. Al mismo tiempo, la reutilización de subproductos disminuye la demanda de materias primas vírgenes, lo que conlleva una menor explotación de los recursos naturales como el agua, el suelo y la energía.

El desarrollo de productos alimentarios sostenibles y funcionales a partir de subproductos está abriendo nuevas oportunidades de mercado. Cada vez más consumidores buscan productos que no solo sean saludables, sino también sostenibles desde el punto de vista ambiental. Esto ha llevado a un crecimiento en el sector de los alimentos funcionales y nutracéuticos, donde los subproductos alimentarios valorizados están ganando terreno como ingredientes clave.

La adopción de prácticas de economía circular estimula la innovación tecnológica y la colaboración entre diferentes sectores industriales. Por ejemplo, las alianzas entre la industria alimentaria y el sector de biotecnología han permitido el desarrollo de tecnologías avanzadas para extraer compuestos bioactivos de subproductos. Este tipo de innovación no solo mejora la sostenibilidad, sino que también genera valor añadido y competitividad en el mercado.

### Desafíos y limitaciones

A pesar de los beneficios evidentes de la reutilización de subproductos, existen barreras que limitan su implementación generalizada en la industria alimentaria. Las regulaciones relativas al uso de subproductos en alimentos son estrictas en muchos países, ya que se debe garantizar la seguridad y la calidad del producto final. La percepción negativa de los consumidores respecto al uso de subproductos en alimentos puede limitar la aceptación de estos productos en el mercado. Es necesario un esfuerzo de comunicación para educar a los consumidores sobre los beneficios nutricionales y ambientales de los ingredientes derivados de subproductos. La transparencia en el etiquetado y las campañas de concienciación son esenciales para superar este desafío.

La calidad de los subproductos puede variar significativamente según la fuente, el proceso de obtención y las condiciones de almacenamiento. Esto representa un reto para la estandarización de los ingredientes y la garantía de la calidad nutricional y funcional de los productos finales. Las tecnologías de procesamiento deben adaptarse para asegurar la consistencia y estabilidad de los compuestos bioactivos extraídos de los subproductos.

Aunque la valorización de subproductos puede reducir costos de producción a largo plazo, la inversión inicial en tecnologías avanzadas para su procesamiento puede ser alta. Las empresas deben evaluar la relación costo-beneficio de adoptar estas tecnologías y buscar oportunidades de financiamiento o subsidios que promuevan la sostenibilidad en la industria alimentaria. La integración de subproductos en la cadena de suministro puede requerir ajustes logísticos, como la recolección, almacenamiento y transporte adecuados de los residuos. Esto es especialmente relevante para subproductos perecederos, donde la rapidez en el procesamiento es crucial para evitar la degradación de los compuestos valiosos.

## Conclusiones

La reutilización de subproductos de la industria alimentaria se presenta como una solución prometedora y necesaria frente al creciente problema del desperdicio de alimentos. A nivel global, el desperdicio no solo genera pérdidas económicas y agrava la inseguridad alimentaria, sino que también contribuye de manera significativa al deterioro ambiental a través de la emisión de gases de efecto invernadero y el mal uso de recursos naturales. Aprovechar estos subproductos, que hasta hace poco eran considerados desechos, no solo ayuda a mitigar estos efectos negativos, sino que ofrece la oportunidad de desarrollar productos alimentarios innovadores, sostenibles y de alto valor nutricional.

Los estudios revisados y los ejemplos prácticos de implementación en diferentes países demuestran la viabilidad y los beneficios de esta estrategia. Al integrar estos subproductos en la formulación de nuevos alimentos, se puede no solo reducir el impacto ambiental, sino también mejorar la salud pública a través de la creación de alimentos funcionales ricos en nutrientes y compuestos bioactivos. Estos alimentos no solo cumplen una función nutritiva básica, sino que también aportan beneficios adicionales, como la prevención de enfermedades crónicas.

El aprovechamiento de los subproductos de la industria alimentaria no solo contribuye a la sostenibilidad, sino que también ofrece un enfoque prometedor para mejorar la salud pública a través de la dieta. Integrar estos ingredientes funcionales en la formulación de nuevos productos puede proporcionar alternativas nutritivas y accesibles para la prevención de enfermedades crónicas, abriendo nuevas oportunidades en el mercado de alimentos y nutracéuticos.

Finalmente, la adopción de estas prácticas impulsa una economía circular, donde los recursos se utilizan de manera más eficiente, reduciendo los costos de producción y creando nuevas oportunidades de mercado. La industria alimentaria tiene el potencial de liderar este cambio hacia la sostenibilidad, y la valorización de subproductos es un paso crucial hacia un futuro más equilibrado, tanto para el planeta como para las sociedades que dependen de estos recursos.

## Referencias

- Mosquera Caicedo, N. y Rivera Ibarra, A. A. 2017. “Estado actual de los niveles de desperdicio de las cadenas de abastecimiento de alimentos”. *Memorias De Congresos UTP*, agosto, 202-9. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1494>.
- Del Rio Osorio, L. L., E. Flórez-López, y C.D. Grande-Tovar. 2021 “The Potential of Selected Agri-Food Loss and Waste to Contribute to a Circular Economy: Applications in the Food, Cosmetic, and Pharmaceutical Industries”. *Molecules* 26, n.. 2 : 515. <https://doi.org/10.3390/molecules26020515>.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2012. *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo: Alcance, causas y prevención*. Roma: FAO. ISBN 978-92-5-307205-7
- García, A. C. 2018. “Impactos sociales, económicos y medioambientales derivados de la pérdida y el desperdicio de alimentos”. *Przegląd Prawa Rolnego* 2 (23), 127-139 DOI: 10.14746/ppr.2018.23.2.9.139.file:///C:/Users/User/Downloads/Isokolowski,+23\_PPR\_2\_(23)\_2018+%C3%94%C3%87%C3%B6+korekta+5\_Cz%E2%94%80-%C3%96%E2%94%BC%C5%A4%E2%94%80%C3%A712.pdf
- Gonzalez, L.V.P., S.P.M. Gómez, y P.A.G. Abad. (2017) “Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia”. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 8, n. 2: 141–150. <https://doi.org/10.22490/21456453.2040>.
- Talmón, Luciana, Mariana Arburua, Sonia Cozzano, y Patricia Lourdes Arcia Cabrera. 2022. “Revalorizando un subproducto de cervecería. Desarrollo de un snack pronto para consumir obtenido por extrusión”. *INNOTEC*, n. 23. <https://www.redalyc.org/journal/6061/606170065005/html/>



## ARTÍCULO DE OPINIÓN

Políticas públicas de seguridad alimentaria en Honduras frente al cambio climático

Honduran Food Security Public Policies Against Climate Change

Autor: Anny M. Caballero Aguilar

## Políticas públicas de seguridad alimentaria en Honduras frente al cambio climático

### Honduran Food Security Public Policies Against Climate Change

**Autor:** I Anny M. Caballero Aguilar (ORCID ID: 0009-0000-3650-8429)

**Sobre el autor:** Ingeniera en agroindustria alimentaria. Unidad de ciencia e innovación regulatoria. Agencia de Regulación Sanitaria (ARSA)

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 21-11-24

Aceptado/Accepted: 26-12-24

**Contacto de correspondencia:** annycaballero@arsa.gob.hn

#### Resumen

El cambio climático representa una grave amenaza para la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos, afectando la disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad de los sistemas alimentarios. Fenómenos como el aumento de temperaturas, la reducción de precipitaciones y eventos extremos reducen la productividad agrícola, incrementan los precios de los alimentos y dificultan el acceso, especialmente para las comunidades más vulnerables. Además, el cambio climático intensifica los riesgos de inocuidad al favorecer la proliferación de patógenos, toxinas y contaminantes químicos en alimentos y cultivos básicos como el maíz. Estas amenazas requieren políticas públicas integrales que promuevan prácticas agrícolas resilientes, vigilancia alimentaria efectiva y cooperación internacional para garantizar alimentos seguros, nutritivos y accesibles. Invertir en tecnologías sostenibles, fortalecer la gobernanza alimentaria y educar a las comunidades rurales son medidas esenciales para enfrentar estos desafíos y proteger el derecho humano a la alimentación adecuada.

**Palabras clave:** inocuidad alimentaria, patógenos, cambio climático, agricultura resiliente, contaminantes

#### Abstract

Climate change represents a serious threat to food security and food safety, impacting the availability, access, utilization, and stability of food systems. Phenomena such as rising temperatures, reduced rainfall, and extreme weather events decrease agricultural productivity, increase food prices, and hinder access, particularly for the most vulnerable communities. Additionally, climate change exacerbates food safety risks by encouraging the proliferation of pathogens, toxins, and chemical contaminants in food and staple crops such as maize. These threats demand comprehensive public policies that promote resilient

agricultural practices, effective food safety monitoring, and international cooperation to ensure safe, nutritious, and accessible food. Investing in sustainable technologies, strengthening food system governance, and educating rural communities are essential measures to address these challenges and safeguard the human right to adequate food.

**Keywords:** Food safety, pathogens, climate change, resilient agriculture, contaminants

## Introducción

### ¿Cómo afecta el cambio climático la seguridad alimentaria y nutricional?

Uno de los principales derechos humanos es el derecho a la alimentación, en este contexto el cambio climático afecta directamente la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos a nivel global. Este fenómeno se ve empeorado por los problemas preexistentes, como la pobreza y la desigualdad en el acceso a recursos, en adición a esto, se abren paso nuevas amenazas mediante el aumento de eventos climáticos extremos, la disminución de fertilidad en los suelos, la proliferación de contaminantes y el incremento en la proliferación de patógenos en los alimentos debido al aumento de temperaturas (Miron 2022).

La necesidad de desarrollar políticas públicas que vinculen de manera efectiva los sistemas alimentarios productivos con las estrategias de adaptación al cambio climático y la vigilancia constante de la seguridad alimentaria, a su vez también abarca la necesidad de creación de normativas sobre vigilancia sanitaria que permitan la detección temprana de enfermedades transmitidas por alimentos es urgente. En ausencia de estas políticas integradoras, resultará sumamente difícil abordar y garantizar la seguridad alimentaria en Honduras, un país que enfrenta una alta vulnerabilidad ante los efectos adversos del cambio climático. Este contexto exige un enfoque integral que no solo priorice la producción sostenible de alimentos, sino también la implementación de medidas preventivas y de monitoreo que permitan mitigar los impactos del cambio climático en el acceso, disponibilidad, estabilidad y utilización biológica de alimentos para la población. Sin estas acciones coordinadas, el desafío de combatir la inseguridad alimentaria en Honduras seguirá siendo una tarea monumental.

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos para los sistemas alimentarios a nivel global, y Honduras no es la excepción. Las alteraciones climáticas están afectando la producción agrícola, incrementando la incidencia de enfermedades transmitidas por alimentos y comprometiendo la capacidad del país para responder a estas crisis. Este contexto exige un enfoque integral que priorice no solo la producción sostenible de alimentos, sino también la implementación de medidas preventivas y de monitoreo, incluyendo la creación de normativas en vigilancia sanitaria. Estas acciones son esenciales para proteger la salud de la población, prevenir brotes de enfermedades y promover el desarrollo socioeconómico sostenible.

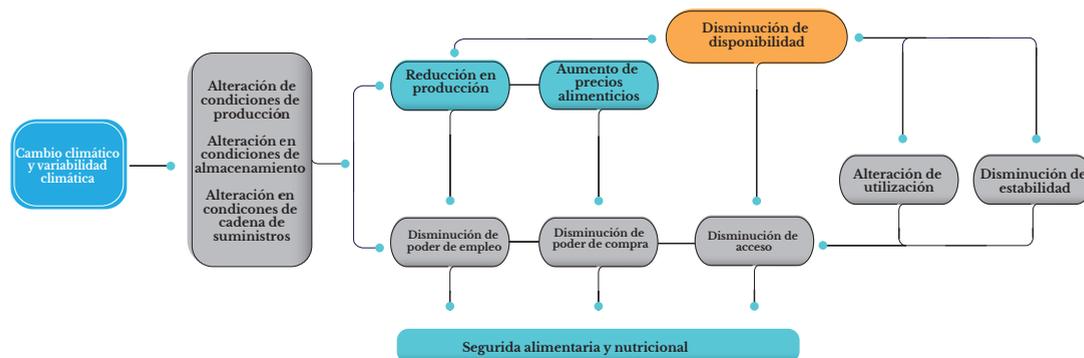
La argumentación presentada en este artículo busca analizar la relación entre los sistemas alimentarios, el cambio climático y la seguridad alimentaria en Honduras, identificando la necesidad de políticas públicas integradoras que promuevan la adaptación climática, la producción sostenible y la vigilancia sanitaria como pilares fundamentales para garantizar el bienestar de la población.

## Desarrollo

El cambio climático es uno de los principales factores que genera grandes amenazas en la seguridad alimentarias, donde se ven afectados cada uno de sus pilares, estos están directamente relacionados con la productividad en la agricultura y ganadería. A nivel global el sector agrícola constituye la principal fuente de ingresos y de trabajo para el

70 % de los pobres del mundo que habitan en las zonas rurales. Por otro lado, el sector ganadero contribuye de forma importante, con un 18 %, a la emisión de gases de efecto invernadero, además de constituir una de las principales causas de degradación del suelo y de los recursos hídricos. En los últimos años se ha evidenciado aumento de temperatura y disminución en las precipitaciones lo que genera un riesgo inminente en la productividad de todos los sistemas alimentarios del planeta (IPCC 2021).

**Figura 1.** Impactos y consecuencias del impacto climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional



**Fuente:** Impactos y consecuencias del impacto climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional. Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional. América Latina y el Caribe. Fuente: (FAO 2016, 15). [https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/rlc/docs/Cambioclimatico.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/docs/Cambioclimatico.pdf)

## Disponibilidad de alimentos

La disponibilidad de alimentos, de acuerdo con lo mencionado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), se refiere al suministro adecuado de alimentos a escala nacional, regional o local. Las fuentes de suministros pueden ser la producción familiar o comercial, las reservas de alimentos, las importaciones y la asistencia alimentaria. Todas estas actividades dependen directamente de la producción agrícola, la cual a su vez está muy condicionada por el clima. El grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), ha establecido en su sexto informe que un calentamiento global de 1.5 - 2 °C podría representar un riesgo en la reducción del rendimiento de los cultivos tropicales y semiáridos, una cifra alarmante para la producción de cultivos básicos como el maíz, frijoles y el arroz, los cuales representan la dieta básica de un hondureño. Otro ejemplo son los fenómenos extremos destructivos como los huracanes y las sequías que arrasan con los cultivos y dejan inutilizables las tierras cultivables, especialmente en las comunidades rurales vulnerables (Hidalgo 2013).

## Acceso a los alimentos

A diferencia de la disponibilidad, el acceso a los alimentos se refiere a como se ve afectada la posibilidad de poder adquirir alimentos por el aumento de los precios y la interrupción de las cadenas de suministro. Los eventos climáticos también afectan en gran porcentaje al acceso seguro a los alimentos, un claro ejemplo son las inundaciones, huracanes y olas de calor, debido a que pueden dañar infraestructuras usadas durante toda la cadena de suministros, como carreteras, almacenes y sistemas de transporte, dificultando la distribución de estos. Esto genera una disparidad aún mayor en la accesibilidad, especialmente para comunidades pobres y rurales. Se proyecta que los precios globales de los alimentos podrían aumentar un 19 % debido a la interacción entre el cambio climático y la volatilidad de los mercados (Mirón 2022). Este aumento no solo reduce la capacidad de compra de las familias más vulnerables, sino que también profundiza las desigualdades económicas y sociales a nivel global.

## Estabilidad de los sistemas alimentarios

La estabilidad de los sistemas alimentarios depende de la capacidad de respuesta a eventos climáticos predecibles y a la capacidad de adaptación a eventos climáticos impredecibles, como sequías, huracanes, lluvias torrenciales e inundaciones. Estos fenómenos interrumpen la producción agrícola, las cadenas de suministro y los mercados locales, dejando a las comunidades vulnerables expuestas a crisis alimentarias. En América Central, el Corredor Seco enfrenta desafíos significativos debido a su alta dependencia de cultivos de subsistencia, como maíz, frijol y algunas frutas y hortalizas de nuestra región, que son particularmente sensibles a las variaciones climáticas (IISD 2013). Estas interrupciones incrementan la inseguridad alimentaria y generan una mayor incertidumbre sobre la estabilidad de los sistemas agroalimentarios en el futuro.

## Utilización de alimentos

La calidad y seguridad de los alimentos están gravemente amenazadas por el cambio climático. Altas temperaturas y mayor humedad favorecen el crecimiento de patógenos como *Salmonella* y *E. coli*, así como de toxinas peligrosas como las aflatoxinas en cultivos básicos (Alexandratos y Bruinsma, 2012). Estos contaminantes no solo afectan la salud humana, sino también la productividad agrícola, incrementando las pérdidas económicas. Además, los niveles elevados de dióxido de carbono en la atmósfera pueden reducir la concentración de nutrientes esenciales como calcio, hierro y zinc en alimentos vegetales, exacerbando problemas de malnutrición en países donde las dietas dependen principalmente de cereales.

## La importancia de las políticas públicas

El cambio climático y sus efectos en la seguridad alimentaria demandan respuestas políticas integrales y coordinadas. Las políticas públicas deben abordar tanto la adaptación como la mitigación, priorizando acciones que garanticen la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y la protección de las poblaciones más vulnerables. Los gobiernos deben integrar estrategias de seguridad alimentaria e inocuidad en sus planes de adaptación climática, estableciendo marcos regulatorios claros y asignando recursos suficientes para su implementación. En el contexto de Honduras, se cuenta con la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Largo Plazo (PSAN) y la Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (ENSAN): (PyENSAN) 2030 y la Política de Estado del Sector Agroalimentario de Honduras 2023-2043.

Estas normativas y estrategias plantean un nuevo marco de acciones cohesionado para trabajar conjuntamente para que todos los hondureños y hondureñas tenga acceso a una alimentación y nutrición adecuada con alimentos producidos bajo sistemas agroalimentarios sostenibles y fomentando comunidades resilientes a las crisis y el cambio climático. Según el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD), las políticas públicas deben promover prácticas agrícolas resilientes, fortalecer los sistemas de vigilancia alimentaria, y fomentar la cooperación internacional para compartir tecnologías y conocimientos que permitan enfrentar los desafíos climáticos (IISD 2013). Expuesto esto es importante recalcar que las instituciones efectoras en salud, educación, ambiente, regulación y cualquier otra que sus acciones tengan un efecto directo en la calidad de vida de los hondureños, debe trabajar en estrategias integrales que aseguren un futuro seguro.

## Promoción de prácticas agrícolas resilientes

La promoción de prácticas agrícolas sostenibles y resilientes son fundamentales para mitigar los impactos del cambio climático en la producción de alimentos. Esto incluye el desarrollo y uso de variedades de cultivos resistentes al calor y la sequía, el fomento de sistemas de riego eficientes, y la adopción de técnicas agroecológicas que reduzcan la dependencia de insumos químicos. En regiones vulnerables, como América Latina, estas prácticas pueden mejorar la productividad agrícola y garantizar la seguridad alimentaria a

largo plazo (Mirón 2022). Asimismo, es crucial priorizar la diversificación de cultivos para reducir la dependencia de monocultivos susceptibles a los cambios climáticos.

### **Fortalecimiento de la vigilancia alimentaria**

La vigilancia alimentaria desempeña un papel esencial en la protección de la salud pública frente a los riesgos emergentes asociados al cambio climático, ya identifica de manera efectiva posibles riesgos que se pueden traducir en crisis de salud. Los gobiernos deben implementar sistemas de monitoreo para detectar contaminantes químicos, biológicos y microbiológicos en la cadena alimentaria. Esto incluye la creación de sistemas de alerta temprana que permitan identificar y mitigar riesgos antes de que se conviertan en crisis. Además, es necesario fortalecer la infraestructura de transporte y almacenamiento de alimentos, garantizando condiciones óptimas, como la cadena de frío, para minimizar pérdidas y proteger la inocuidad de los alimentos, especialmente en regiones afectadas por olas de calor.

### **Educación y capacitación comunitaria**

Empoderar a las comunidades locales es crucial para enfrentar los desafíos que plantea el cambio climático. La educación y capacitación en prácticas agrícolas sostenibles, manejo de recursos naturales y prevención de enfermedades transmitidas por alimentos pueden mejorar significativamente la resiliencia de las comunidades rurales. Programas educativos que promuevan la higiene alimentaria y el uso eficiente de recursos, como agua y fertilizantes, no solo fortalecen la seguridad alimentaria, sino que también reducen los impactos ambientales de la actividad agrícola. Un claro ejemplo son los Programas Municipales de Seguridad Alimentaria Sistematización Nutricional (PROMUSAN) y el Programa Nacional de Desarrollo Rural y Urbano Sostenible (PRONADERS), los cuales buscan identificar e implementar soluciones técnicas orientadas a mejorar la situación de la seguridad alimentaria y nutricional en las áreas críticas del país.

### **Cooperación internacional**

El cambio climático es un problema global que requiere soluciones coordinadas. La cooperación internacional es fundamental para compartir tecnologías, conocimientos y financiamiento que permitan a los países en desarrollo implementar estrategias de adaptación climática. Acuerdos multilaterales, como el Acuerdo de París, deben priorizar la seguridad alimentaria y la inocuidad en sus agendas. Además, la movilización de recursos para la investigación y el desarrollo de tecnologías sostenibles puede acelerar la transición hacia sistemas agrícolas resilientes (Mirón 2022; IISSD 2013).

## **Conclusiones**

**E**l cambio climático y la inseguridad alimentaria están estrechamente relacionadas, lo que requiere una acción urgente y coordinada a nivel local, nacional e internacional.

La implementación de políticas públicas integrales que promuevan la resiliencia agrícola, fortalezca la vigilancia alimentaria, empoderen a las comunidades y fomenten la cooperación internacional, esto es esencial para garantizar la seguridad alimentaria en un mundo cambiante.

Solo a través de un enfoque multidimensional será posible proteger los sistemas alimentarios, reducir la vulnerabilidad y garantizar alimentos suficientes, nutritivos y seguros para las generaciones presentes y futuras.

- Mirón, Isidro. 2022. “Cambio climático y seguridad alimentaria”. *Ambienta* núm. 133: 68-73. <https://sites.google.com/gl.miteco.gob.es/revistaambienta/ambienta-133>.
- IPCC, Climate Change. 2021: “The Physical Science Basis”. *Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2021. Cambridge University. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SummaryVolume.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SummaryVolume.pdf)
- Hidalgo, María. 2013. “La influencia del cambio climático en la seguridad alimentaria”. *Cuadernos de estrategia* n. 161 :67-89. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4184082>.
- Alexandratos, Nikos y Bruinsma, Jelle. 2012. “World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision” *ESA Working paper*. n. 12-03. <https://www.fao.org/4/ap106e/ap106e.pdf>.
- IISD. 2013. “Resiliencia climática y seguridad alimentaria: Un marco para la planificación y el monitoreo”. *International Institute for Sustainable Development*. 1-29. [https://www.iisd.org/system/files/publications/adaptation\\_CREFSCA\\_es.pdf](https://www.iisd.org/system/files/publications/adaptation_CREFSCA_es.pdf).



## ARTÍCULO DE OPINIÓN

**Entomofagia: una respuesta al déficit alimenticio de la región**

**Entomophagy: a response to the food deficit of the region**

**Autor: José Adalid Cruz Dubón**

## Entomofagia: una respuesta al déficit alimenticio de la región

### Entomophagy: a response to the food deficit of the region

**Autor:** José Adalid Cruz Dubón (ORCID: 0009-0001-4787-4624)

**Sobre el autor:** Universidade de Estadual de Feira de Santana, Brasil

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 01-10-24

Aceptado/Accepted: 31-05-25

**Contacto de correspondencia:** 24125034@discente.uefs.br

#### Resumen

El consumo de insectos, conocido como entomofagia, se presenta como una solución viable y sostenible para combatir la desnutrición en Honduras, especialmente en zonas con altos índices de desnutrición crónica. Los insectos son ricos en proteínas y vitaminas esenciales como la B12. Su producción es más eficiente y económica que la de otros animales de granja. Además, presentan un menor impacto ambiental, ya que emiten menos gases de efecto invernadero y requieren menos agua. Promover el consumo de insectos también puede contribuir a la seguridad alimentaria de las familias, incluso en situaciones de inestabilidad económica, y a la recuperación de prácticas tradicionales indígenas no muy conocidas entre la población hondureña. Garantizando mejoras en la calidad de vida de la población mediante un enfoque más sostenible y de alta calidad.

**Palabras clave:** desnutrición, entomofagia, insectos comestibles, seguridad alimentaria

#### Abstract

The insect consumption, known as entomophagy, is presented as a viable and sustainable solution to combat malnutrition in Honduras, especially in areas with high rates of chronic malnutrition. Insects are rich in protein and essential vitamins such as B12, and their production is more efficient and economical than other farm animals. They also have a lower environmental impact, as they emit fewer greenhouse gases and require less water. Promoting insect consumption can also contribute to household food security, even in situations of economic instability, and to the recovery of traditional indigenous practices that are not well known among the Honduran population. Ensuring improvements in the quality of life of the population through a more sustainable and high-quality approach.

**Keywords:** malnutrition, entomophagy, edible insects, food safety

## Introducción

La entomofagia o etno-entomofagia es el nombre brindado a la práctica de consumo de insectos por parte de los seres humanos. Es una actividad muy antigua de la cual se tienen registros de restos de organismos en heces humanas dentro de cuevas en Estados Unidos y México. En nuestro país se tiene evidencia de esta práctica en la zona occidental por parte de los Chortí y en los Miskitos de la Mosquitia hondureñas (DeFoliart 2002; Marineros et al. 2015). Sin embargo, es común ocultar estas actividades debido al preconceito existente al consumo de insectos siendo considerado desagradable, repulsivo e incluso un alimento que denota pobreza. Caso que no solamente ocurre en nuestro país, siendo más bien un fenómeno de presencia en la sociedad occidental y que podría denominarse una fobia hacia los insectos.

A pesar del rechazo que la dieta a base de insecto involucra, esta tiene un alto grado de beneficios nutricionales que pueden llevar a combatir los elevados niveles de desnutrición que sufre la población hondureña. Niveles que, junto a Guatemala, los sitúa como uno de los más graves a nivel latinoamericano. Deficiencias que impiden el correcto desempeño de la población tanto a nivel educativo, social y de desarrollo personal. Es por ello que, con el objetivo de concientizar acerca de las propiedades de los insectos comestibles, se plantea el siguiente trabajo, tratando de proponer alternativas de consumo con altos valores nutricionales para la población hondureña, a la vez que se exponen las ventajas de producción y elaboración de alimentos a base de cultivos de insectos.

## Desarrollo

En Honduras, la desnutrición es un problema que sigue afectando fuertemente a su población. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadísticas existen zonas del país con índices de desnutrición crónica de un 29.9 %, lo que corresponde a una situación de gravedad “muy alta” según los estándares de la Organización Mundial de la Salud. Sin contar los altos índices de abandono de lactancia materna antes de los 12 meses y que más de la mitad de los niños no cuentan con una dieta mínima aceptable.

Teniendo en cuenta los problemas que enfrenta el país en temática nutricional, la entomofagia se presenta como una posible solución relativamente rápida, accesible y, sobre todo, económicamente viable para un país en vías de desarrollo por las siguientes razones:

### 1.- Alto valor nutritivo

Insectos como los grillos pueden contener entre 60-70 % de proteína en peso seco, además de ser ricos en vitamina B12 (FAO 2013). Constituyéndolos como uno de los grupos más consumidos en el norte de América por los grupos originarios de estos países (Costa-Neto y Dunkel 2016). Además, algunas iniciativas se han llevado a cabo en Centroamérica explorando la efectividad de la harina a base de grillos.

En Guatemala, se elaboró un proyecto de alimentación para niños de preescolar con harinas a base del grillo doméstico *Acheta domesticus*. Registrando un aumento de peso y de talla de 0.80kg/mes y 0.76cm/mes respectivamente en los niños que consumieron alimentos a base de insectos comparado al grupo que consumió otras harinas que presentó un aumento de peso de 0.27 kg/mes y 1.06 cm/mes.

## **2.- Fácil acceso y eficiencia en la producción**

En zonas rurales de Honduras, la colecta y crianza de algunos organismos puede ser llevada a cabo con relativa facilidad. Y teniendo en cuenta los reducidos costos que conlleva la cría de insectos en comparación a otros animales de ganado, como las vacas, que necesitan en promedio 8kg de alimento para producir 1kg de aumento de peso corporal. Los insectos pueden convertir en promedio 2kg de alimento en 1 kg de masa de insecto. Lo cual es más eficiente en términos de producción, reduciendo al mismo tiempo los costos de mantenimiento y alimentación (FAO 2013).

Países como Japón y Corea aprovechan al mismo tiempo los cultivos vegetales que atraen algunas especies de grillos para colectarlos y prepararlos en diferentes recetas a base de azúcar y salsa soya (FAO 2013).

## **3.- Impacto ambiental reducido**

Además de presentar mayor eficiencia en la conversión de alimento los cultivos de insectos para consumo presentan menores niveles de emisión de gases de efecto invernadero. Sumado al hecho que pueden alimentarse de residuos biológicos como ser residuos de alimentos y otros pueden alimentarse de estiércol o abono. Lo cual, si se tiene en consideración para la creación de harinas que alimentarían a otros animales de cultivo, es una opción sumamente viable al crear un alimento de calidad, alto en proteína, usando residuos como base.

Tanto para el consumo humano, como el consumo del ganado. Los insectos son una opción con un impacto ambiental sumamente reducido, necesitando incluso menos cantidad de agua con especies que toleran muy bien las épocas de sequía. Lo cual, en lugares como la zona sur del país, significa una buena alternativa debido a su clima.

## **4.- Cultura y tradición**

Los insectos representan la base de la dieta de muchos pueblos originarios de toda América y siendo ampliamente explorado en la región latinoamericana. En México, por ejemplo, los chapulines son parte importante de la dieta además de ser considerados un manjar regional. Incluso en Honduras se tiene evidencia del consumo de insectos por los grupos Lencas y Misquitos (Marineros et al. 2015).

Promover el consumo de insectos puede reforzar las prácticas tradicionales de nuestros pueblos, brindándoles reconocimiento y rescatando costumbres que han ido perdiendo fuerza con la occidentalización de la sociedad hondureña.

## **5.- Promoción de la seguridad alimenticia**

Debido a la facilidad de crianza de insectos, que puede llevarse a cabo en zonas reducidas. Es posible fomentar la seguridad alimenticia familiar no solamente en las ciudades, sino también en las zonas rurales que son históricamente las más afectadas. Mediante el cultivo de insectos es posible permitirles a las familias el acceso a alimentos de altos valores nutricionales durante largos periodos de tiempo incluso en situaciones de inseguridad económica o fenómenos climáticos (Van Huis 2015).

A pesar de las ventajas que proporciona la práctica entomofágica, existen siempre algunas consideraciones a tomar en cuenta como negativas. Sobre todo, desde el punto de vista social y de aceptación por parte de la población entre ellos es posible mencionar:

## 1.- Barreras culturales y tabúes

El primero y más grande inconveniente en la implementación de programas de alimentación a base de insectos es, sin duda el tabú existente alrededor de estos organismos, que va desde considerarlos una comida que solamente sería ingerida en casos de extrema pobreza o ser una alternativa antihigiénica. Estas percepciones culturales pueden ser difíciles de cambiar a corto plazo y representan un obstáculo importante para la aceptación generalizada de los insectos como alimento.

## 2.-Riesgos de salud

Dependiendo del tipo de manipulación dada, la forma en que fueron colectados o incluso la existencia de alergias que no se conocían con anterioridad, podría resultar en problemas, sobre todo en lugares donde esta actividad es totalmente nueva y no se cuente con prácticas seguras de manipulación y preparación.

## 3.-Falta de infraestructura

A pesar de que la cría de insectos es una más eficiente en la conversión de alimento, requiere cierta infraestructura sobre todo para garantizar cultivo a lo largo del año y de la manera más higiénica posible. Esa falta de infraestructura sería evidente en algunas zonas rurales del país por lo cual, los organismos promotores de tipo público o privado deberán realizar una inversión inicial alta para el desarrollo de una correcta infraestructura además de la capacitación y promoción de la iniciativa

## 4.- Competencia con otros alimentos

Debido a la dificultad de aceptación de nuevos alimentos junto al tabú existente por parte de la sociedad, la competencia contra los alimentos ya establecidos de origen es un tema complejo. ya sea por repulsión psicológica, falta de conocimiento o simple negación por parte de la población. Es por ello que el desarrollo de la entomofagia enfrenta la competencia de alimentos tradicionales ya aceptados, que son más fáciles de comercializar y promover debido a que están más establecidos en la dieta de muchas poblaciones.

## Conclusiones

El consumo de insectos en Honduras presenta una oportunidad única para combatir la desnutrición de manera sostenible, económica y retomar saberes de nuestros pueblos indígenas. La evidencia muestra que los insectos poseen un alto valor nutricional, eficiencia en la conversión de alimento, y un impacto ambiental significativamente reducido en comparación con otras fuentes de proteína. Además, esta práctica tiene el potencial de promover la seguridad alimentaria familiar y rescatar costumbres ancestrales en comunidades indígenas del país.

Sin embargo, es necesario superar las barreras culturales y el rechazo psicológico hacia la entomofagia. El éxito de esta propuesta depende, en gran medida, de la voluntad de la sociedad y de las autoridades de superar estos desafíos mediante programas educativos, campañas de concienciación y la implementación de normas de calidad para garantizar la seguridad de los productos a base de insectos.

Es fundamental que los actores gubernamentales, privados y las comunidades locales trabajen juntos para crear políticas y programas que faciliten la aceptación del consumo de insectos como una alternativa nutricional viable. Recomiendo la realización de campañas informativas para eliminar los tabúes, la promoción de proyectos piloto para demostrar la viabilidad del cultivo de insectos, y la inversión en infraestructura adecuada. Solo mediante

la adopción de estas medidas se podrá aprovechar el potencial de los insectos para mejorar la seguridad alimentaria y la calidad de vida de la población hondureña.

Este enfoque no solo contribuiría a la lucha contra la desnutrición, sino que también ayudaría a crear un sistema alimentario más sostenible y resiliente frente a los desafíos ambientales y económicos. En última instancia, la inclusión de insectos en la dieta nacional puede representar un paso adelante en la transformación de la seguridad alimentaria en Honduras, preservando a su vez nuestras raíces culturales.

## Referencia

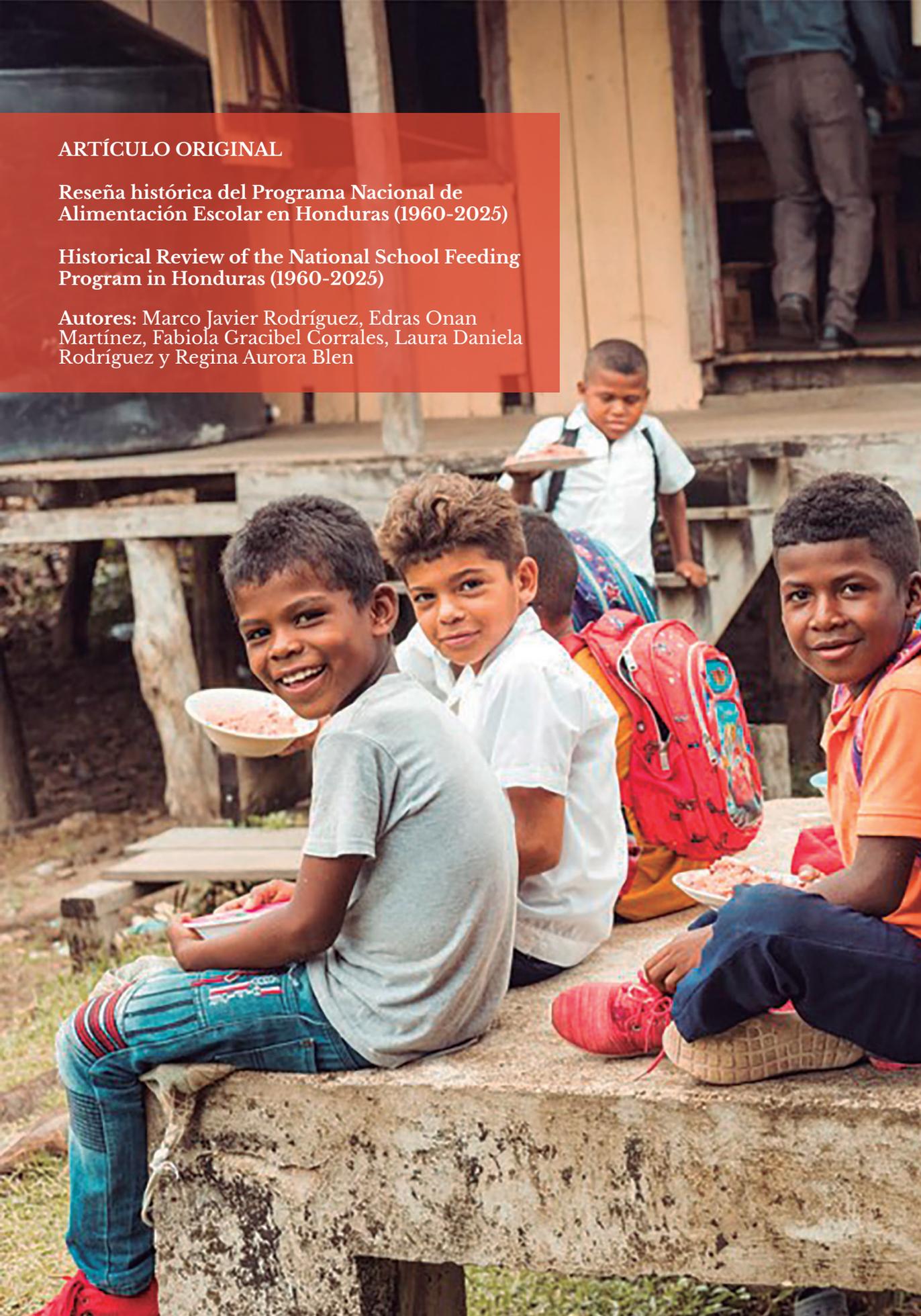
- Costa-Neto E, Dunkel FV. 2016. "Insects as food: history, culture, and modern use around the world". *Elsevier eBooks*. 29–60. doi:10.1016/b978-0-12-802856-8.00002-8.
- DeFoliart, G. 2002. "The human use of insects as a food resource: a bibliographic account in progress". UW-Madison Department of Entomology. [<https://insectsasfood.russell.wisc.edu/the-human-use-of-insects-as-a-food-resource/>].
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2013. "Edible insects: future prospects for food and feed security". <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/c7851ad8-1b4b-4917-b1a1-104f07ab830d/content>.
- Marineros LE, Vega-Rodríguez HL, Bejarano-Rodríguez LA. 2015. "La entomofagia en la región Chortí y Lenca de Honduras". <https://edicionbioma.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/12/bioma-diciembre-2015.pdf>.
- Van Huis A. 2015. "Edible insects contributing to food security". *Agric Food Security* 4, n.1:20. doi:[<https://doi.org/10.1186/s40066-015-0041-5>].

## ARTÍCULO ORIGINAL

Reseña histórica del Programa Nacional de Alimentación Escolar en Honduras (1960-2025)

Historical Review of the National School Feeding Program in Honduras (1960-2025)

Autores: Marco Javier Rodríguez, Edras Onan Martínez, Fabiola Gracibel Corrales, Laura Daniela Rodríguez y Regina Aurora Blen



## Reseña histórica del Programa Nacional de Alimentación Escolar en Honduras (1960-2025)

### Historical Review of the National School Feeding Program in Honduras (1960-2025)

**Autor:** 1. Marco Javier Rodríguez Martínez (0009-0006-0328-4637)  
2. Edras Onan Martínez Rubí (0009-0000-6721-6613)  
3. Fabiola Gracibel Corrales Cerrato (0009-0003-6723-4741)  
4. Laura Daniela Rodríguez Salgado (0009-0002-5338-6907)  
5. Regina Aurora Blen Hernández (0009-0001-3698-8486)

**Sobre el autor:** 1. Universidad Federal de Bahía, Brasil (UFBA)  
2. Secretaría de Salud de Honduras (SESAL)  
3-4. Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)  
5. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

**Información del manuscrito:** Recibido/Received: 21/11/24  
Aceptado/Accepted: 28/04/25

**Contacto de correspondencia:** marcomartinez@ufba.br, teléfono (Brasil) +5571996180586, +50433773114.

## Resumen

**Introducción:** El Programa Nacional de Alimentación Escolar (PNAE) en Honduras es una iniciativa clave para combatir la desnutrición infantil y promover la asistencia escolar en las comunidades más vulnerables del país. Establecido con el objetivo de mejorar la salud y el rendimiento académico de los niños, el PNAE ha evolucionado a lo largo de los años y ha impactado positivamente en las vidas de millones de estudiantes hondureños. Este documento ofrece una revisión histórica de su origen, desarrollo, logros y desafíos. **Objetivo:** Analizar la evolución histórica del Programa Nacional de Alimentación Escolar en Honduras, identificando sus principales hitos, transformaciones institucionales y enfoques programáticos desde su creación hasta la actualidad. **Metodología:** La reseña se realiza bajo un enfoque cualitativo —a través de una técnica de recolección de datos con una encuesta semiestructurada a expertos— como técnica de recolección de información, además se trabajó en una recopilación de bibliografía histórica de diferentes fuentes estatales y académicas. **Conclusiones:** El PNAE en Honduras ha evolucionado de una iniciativa apoyada por la cooperación internacional a una estrategia institucional clave para

mejorar la nutrición infantil, la educación y el desarrollo local. Apesar de sus avances, enfrenta desafíos presupuestarios y logísticos que requieren mayor inversión y fortalecimiento institucional. Su consolidación legal y vinculación con políticas nacionales e internacionales evidencian su papel estratégico en la garantía del derecho a la alimentación.

**Palabras clave:** alimentación escolar, educación alimentaria nutricional, nutrición, protección social en salud.

## Abstract

**Introduction:** The National School Feeding Program (PNAE) in Honduras is a key initiative to combat child malnutrition and promote school attendance in the country's most vulnerable communities. Established with the goal of improving children's health and academic performance, the PNAE has evolved over the years and has positively impacted the lives of millions of Honduran students. This document provides a historical review of its origin, development, achievements, and challenges. **Objective:** Analyze the historical evolution of the National School Feeding Program in Honduras, identifying its main milestones, institutional transformations, and programmatic approaches from its inception to the present. **Methodology:** This review adopts a qualitative approach using a semi-structured survey administered to experts as the main data collection technique. Additionally, a compilation of historical literature was conducted using various governmental and academic bibliographic sources. **Conclusions:** The National School Feeding Program in Honduras has evolved from an initiative supported by international cooperation into a key institutional strategy for improving child nutrition, education, and local development. Despite its progress, it faces budgetary and logistical challenges that require increased investment and institutional strengthening. Its legal consolidation and integration into national and international policies highlight its strategic role in ensuring the right to adequate food.

**Keywords:** school Feeding, Food and Nutrition Education, Nutrition, Social Protection in Health.

## Introducción

El Programa Nacional de Alimentación Escolar fue formalmente implementado en Honduras en la década de 1990, con apoyo inicial del Programa Mundial de Alimentos (PMA) de las Naciones Unidas. Su objetivo principal era suministrar una comida nutritiva diaria a los estudiantes de educación básica en las escuelas públicas del país. El programa comenzó en escuelas rurales y comunidades de bajos ingresos, donde la necesidad de asistencia alimentaria era más urgente.

A lo largo de los años, el PNAE ha experimentado varias fases de expansión y transformación. En sus inicios, el programa dependía casi en su totalidad de donaciones y asistencia técnica del PMA. Sin embargo, con el tiempo, el gobierno hondureño ha asumido un rol más activo en su financiamiento y administración, diversificando las fuentes de apoyo para garantizar su sostenibilidad. A partir de la década de 2010, el programa comenzó a integrar productos locales en su menú, apoyando a agricultores y pequeños productores nacionales.

El PNAE ha tenido un impacto significativo en la reducción de la desnutrición infantil y el aumento de la matrícula y la permanencia escolar en comunidades vulnerables. Estudios han demostrado que el acceso a alimentos en la escuela mejora la concentración y el rendimiento académico de los estudiantes. Además, el programa ha beneficiado a las economías locales mediante la compra de productos a proveedores pertenecientes a las localidades cercanas, como frutas, verduras y granos básicos, fortaleciendo la seguridad alimentaria en múltiples niveles.

A pesar de sus logros, el PNAE enfrenta importantes desafíos. Uno de los principales problemas es el financiamiento sostenible del programa, que depende en gran medida del presupuesto gubernamental y de la cooperación internacional. Las dificultades logísticas, especialmente en zonas rurales y de difícil acceso, limitan la distribución eficiente de los alimentos. Además, el programa ha sido criticado en ocasiones por la falta de variedad y calidad en las raciones alimenticias, afectando su efectividad en términos nutricionales.

El PNAE en Honduras es un pilar fundamental para el desarrollo educativo y la seguridad alimentaria en el país. Su evolución refleja un esfuerzo constante por mejorar las condiciones de vida de la población infantil más vulnerable. Sin embargo, para garantizar su sostenibilidad y efectividad a largo plazo, es fundamental abordar los desafíos financieros y logísticos actuales y mejorar la calidad de las raciones. Con una adecuada inversión y planificación, el PNAE puede continuar siendo un instrumento clave en la lucha contra la pobreza y la desnutrición en Honduras.

Esta reseña sintetiza los principales hitos, logros y desafíos del PNAE, destacando su relevancia en el contexto hondureño y sugiriendo la importancia de fortalecer el programa en el futuro. Por tanto, tiene como objetivo analizar la evolución histórica del dicho programa en Honduras, identificando sus principales hitos, transformaciones institucionales y enfoques programáticos desde su creación hasta la actualidad.

## Antecedentes

La década de los 90 en Honduras estuvo marcada por importantes cambios económicos y políticos, incluyendo la consolidación del modelo económico neoliberal, que transformó diversas áreas de la economía y la administración pública. Además, eventos climáticos catastróficos, como el paso del huracán Mitch en 1998, tuvieron un profundo impacto en la sociedad, agravando la pobreza y la desigualdad. Durante este periodo, Honduras contaba con una población predominantemente joven; en 1996, el 40 % de los habitantes eran menores de 14 años, lo que reflejaba una alta demanda de servicios básicos como educación, salud y alimentación (CEPAL 1998).

El sistema educativo en Honduras enfrentaba una profunda crisis caracterizada por altas tasas de repetición y deserción escolar. Más del 10 % de los estudiantes repetían grado, mientras que la tasa de deserción alcanzaba el 3.5 %. Además, solo el 29 % de los niños lograba completar la educación primaria en el tiempo previsto de seis años (CEPAL 1998).

Esta situación era el resultado de una combinación de factores. Por un lado, existían problemas estructurales inherentes al sistema educativo, como la falta de infraestructura adecuada, recursos pedagógicos insuficientes y capacitación docente limitada. Por otro lado, influyeron significativamente condiciones externas como el estado nutricional de los estudiantes, muchas veces deficiente, y la difícil situación socioeconómica de sus familias, que limitaba su acceso y permanencia en la escuela (CEPAL 1998).

Estos acontecimientos, sumados a los altos índices de pobreza, agravaron significativamente la inseguridad alimentaria y nutricional en Honduras, limitando el acceso de la población a una dieta adecuada en calidad y cantidad. Según una encuesta en hogares, la ingesta calórica promedio diaria representaba solo el 77 % de lo recomendado. Además, el informe del octavo censo de niños de primer grado reveló que, en 1997, de los 234,000 niños y niñas evaluados, el 40 % presentaba algún grado de desnutrición (PRAF y SEDUC 2001).

En el año 2016 se impulsó desde el Congreso Nacional la Ley de Alimentación Escolar “con el objetivo de crear el marco legal para que el estado de Honduras proporcione a los niños (as) de manera adecuada la ración alimentaria nutricional en todos los centros educativos públicos de los niveles, prebásica, básica y progresivamente de educación media del país.” (FAO 2016).

## Metodología

Se utilizó el enfoque cualitativo para indagar profundamente y obtener datos variados y subjetivos de la creación, formulación e implementación del programa nacional de alimentación escolar a lo largo del tiempo (Piña-Ferrer 2023). También se empleó el paradigma crítico para abordar la temática histórica, comprender y promover el cambio social y mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de los niños/as del país considerando las estructuras sociales y políticas que impactan el desarrollo social e influyen en el cumplimiento de los derechos humanos, con un diseño metodológico narrativo que permite estudiar como las personas interpretan, experimentan y relatan hechos históricos de relevancia para su comprensión (Piza Burgos et al. 2019), tomando en cuenta los huecos de información que se poseen sobre el programa nacional de alimentación escolar en el país desde su implementación.

Como técnica de recolección de datos se utilizó una encuesta semiestructurada a un experto como técnica de recolección de datos que nos permiten abarcar una basta información de manera cualitativa (Piza Burgos et al. 2019), desde el comienzo —evolución e impacto del programa nacional— hasta la actualidad, utilizando un muestreo intencional, identificando a los actores y actoras que estuvieron o están involucrados en la formación y desarrollo del programa (Otzen y Manterola 2017). En este caso, Joselino Pacheco, profesional involucrado en la aplicación e implementación de la alimentación escolar en Honduras desde la Unidad Técnica de Seguridad Alimentaria y nutricional (UTSAN), adscrita actualmente a la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) y Elsa Victoria López, Consulta Nacional y experta en alimentación y Nutrición. Por último, se usó el análisis documental de los hechos encontrados desde su surgimiento en plataformas de transparencia gubernamentales, artículos científicos, documentos académicos de entidades no gubernamentales como PMA, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y documentos de Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de Educación (SEDUC) y para su análisis se empleará el enfoque inductivo (Cházaro-Arellano 2024).

## Resultados

### 1. Creación del programa (1960-1998s)

En Honduras, a partir de la década de 1960 se empieza a experimentar con proyectos eventuales de alimentación escolar. Así, fue con la iniciativa del presidente John Fitzgerald Kennedy y del programa Alianza para el Progreso, posterior a la Segunda Guerra Mundial, que se entregaba a las escuelas leche en polvo y una mezcla de cereales. La SEDUC era la encargada de recibir la ayuda externa, almacenarla y distribuirla entre las miles de escuelas (FAO 2013).

Posteriormente, se implementó en el país un programa de cooperación internacional bajo la Ley Pública 480 de los Estados Unidos, orientado al apoyo al desarrollo mediante la provisión de alimentos. Estos productos eran monetizados localmente, y los fondos generados se destinaban a diversas iniciativas sociales, incluyendo el apoyo al programa de alimentación escolar. A partir de la década de 1980, la organización CARE (Cooperative for Assistance and Relief Everywhere), que en ese momento operaba como la Cooperativa Americana de Remesas al Exterior, asumió la gestión del programa de alimentación escolar y brindo alimentos como leche, una mezcla de trigo con arroz y otra combinación de maíz y soya (López 2025).

Dicha experiencia, sucedió entre las décadas del 70 y principios de los 90, cuando el gobierno recibió el apoyo de CARE Internacional para distribuir entre las escuelas alimentos procesados, tales como harinas de soya, cereales, puré de banano, entre otros, de orden básico. La intervención de los gobiernos, en esta época, se limitaba a gestionar ayuda con la cooperación externa, organismos multilaterales e incluso con empresas nacionales

e internacionales, ciertos apoyos muy puntuales en carácter de donaciones para poder facilitar alimentos y otros bienes (mochilas, zapatos, cuadernos, etc.), a los niños de las escuelas públicas de barrios, colonias y comunidades pobres de las zonas urbanas y rurales del país (FAO 2013).

La cobertura no era nacional, se focalizaba con base a niveles de pobreza de las comunidades y al alcance de la donación recibida en determinadas épocas del año (FAO 2013).

El Programa de la Merienda Escolar fue creado el 27 de julio de 1998, con la distribución de raciones de maíz, arroz y frijoles, en escuelas públicas de comunidades muy pobres del sector rural. Esta es la primera iniciativa en el país para la implementación de un programa de alimentación escolar en forma permanente, ratificado en la 8va. Conferencia de Esposas de Jefes de Estado y Gobiernos de América Latina, realizada en Santiago de Chile en septiembre de 1998, en el marco de la iniciativa de Escuelas del Siglo XXI: Formando para la Vida. El programa comenzó con 3 300 centros preescolares, beneficiando a 98 000 niños en edad preescolar y 800 escuelas primarias con 181 000 niñas en edad escolar, correspondiente a los 18 departamentos (FAO 2013).

Para la década de 1990, como respuesta a los altos índices de desnutrición y pobreza infantil, se continúan impulsando acciones entorno al término “Merienda Escolar”, especialmente en zonas rurales y de bajos ingresos. Inicialmente, el programa fue implementado con apoyo del PMA de las Naciones Unidas, con el objetivo de proporcionar una comida diaria a los estudiantes en edad escolar (FAO 2013).

El PMA comienza a gestionar apoyo para llevar a aquellos territorios con mayor vulnerabilidad en el cual se inició con 75 000 a 100 000 escolares en 1998 (Pacheco 2025).

Durante este periodo, países como Brasil y Canadá asignaban remesas y donaciones para comenzar la cobertura inicial destinada a iniciativas de merienda escolar, se daban donaciones de arroz, harinas y, en algunas ocasiones, leche deshidratada. Ya en el año de 1998, como una respuesta a lo que fue uno de los eventos más catastróficos que marcaron el país —el Huracán Mitch— se comienza a desarrollar una estructura más concreta con el apoyo del PMA (Pacheco 2025).

Formalmente, en Honduras, desde el año 1998, se implementó el programa de Merienda Escolar con el propósito de mejorar la calidad de vida de niños y niñas en edad escolar y pre-escolar, reduciendo los índices de desnutrición (PMA 2006).

El PMA inicia su ayuda humanitaria en Honduras en 1999, después del huracán Mitch. En lo que respecta a la alimentación escolar, en el año 2001, el Gobierno de Honduras, mediante la donación de fondos de países amigos, destinó recursos para la merienda escolar, por un orden de L. 75,080; involucrando por primera vez al PMA en la compra y distribución de alimentos al sistema educativo nacional, para una cobertura de 98,000 niños de 3,300 escuelas de nivel prebásico y a 181,000 niños de 800 escuelas de nivel básico, en las zonas más pobres del país (FAO 2013).

Es entonces que la merienda escolar inició en Honduras tras el paso del huracán Mitch, a iniciativa de la entonces primera dama, Mary de Flores, y del PMA con 100,000 beneficiarios (PMA 2006).

Durante los años 1998 y 2002, se lograron desarrollar diferentes acciones que fortalecieron la merienda escolar, llegando a más de 125 000 escolares, este esfuerzo se logró gracias a donaciones provenientes de diferentes países principalmente de Estados Unidos, Brasil y Canadá (Pacheco 2025).

Desde entonces, y gracias al decidido apoyo de sucesivos gobiernos de Honduras, a la generosa contribución de países amigos como Alemania, Dinamarca, Estados Unidos, Francia, Holanda, Italia, Japón y Suiza, y la participación de la empresa privada hondureña,

el programa ha ampliado notablemente su cobertura hasta alcanzar 1,068,000 escolares de todo el país este año. Esto convirtió a Honduras en el tercer país con el programa de alimentación escolar más grande en el mundo manejado por el PMA (PMA 2006).

## **2. Expansión nacional: institucionalización del Programa de Merienda Escolar (PME) y creación de la Unidad Técnica del Programa Escuelas Saludables (PES) (2000s)**

Durante la primera década de los 2000, el programa comenzó a expandirse a más regiones del país, abarcando un número creciente de escuelas en áreas rurales y urbanas. Esta expansión permitió que más niños tuvieran acceso a alimentos diarios, promoviendo la asistencia y la mejora de la asistencia a sus centros escolares.

El 18 de abril de 2002 el Gobierno de Honduras firmó con el PMA la carta de operaciones “Inversión en capital humano para la educación y capacitación”, beneficiando a cerca de 400.000 escolares, cifra que ha ido en aumento año con año hasta lograr alcanzar a la fecha arriba de 1, 400,000 escolares (FAO 2013).

Inicialmente, durante el 2001, 2002 y 2003, la mayor parte de los fondos fueron aportados por el PMA, y a partir de 2004 es el Gobierno de Honduras quien se responsabiliza en más del 50 % de los fondos destinados a la alimentación escolar, logrando a la fecha cubrir alrededor del 90 %. Mediante decreto No.113-2003 se declaró el 4to. viernes del mes de julio de cada año como Día Nacional de la Merienda Escolar (FAO 2013).

En el marco de esta celebración, el PMA y el Despacho de la primera dama, con el apoyo de SEDESOL Y SEDUC, gobiernos locales, empresa privada y fuerzas vivas, realizan anualmente, en cada departamento del país, el evento denominado “Catrachilandia”, que une los esfuerzos de todos aquellos hondureños que conocen del valor de la merienda escolar para los infantes (FAO 2013).

El PMA ha sido el organismo responsable de las compras de alimentos, garantizando el almacenamiento y calidad de los mismos y finalmente distribuyéndolos a las distintas Direcciones de Educación a nivel nacional, responsabilidad delegada y oficializada por el gobierno mediante la firma de acuerdos de cooperación (FAO 2013).

En el periodo 2006, el Gobierno de Honduras estructura el Programa de Escuelas Saludables acompañando al PMA, donde se fueron sistematizando las experiencias y aprendizajes de toda la gestión de los alimentos y el acompañamiento también a la gestión administrativa (Pacheco 2025).

La institucionalización del PME se afianza con la creación de la Unidad Técnica del Programa de Escuelas Saludables (PES) en el año 2000, adscrito a la Secretaría de Estado en el Despacho Presidencial, con el objetivo de promover la reducción de los índices de desnutrición, deserción y repitencia escolar, aumentar la asistencia y el rendimiento académico de los escolares en ambientes y entornos favorables para la vida con la participación activa de los padres y madres de familia, comunidad e instituciones. El PES demostró congruencia con el Plan Maestro de la Reconstrucción, con los planteamientos de la Estrategia de Reducción de la Pobreza (ERP), los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM) y la Declaración de Estocolmo, que planteaban la necesidad de incrementar el acceso a los servicios de salud y a disminuir la pobreza y extrema pobreza, la incidencia de desnutrición, la mortalidad infantil y a eliminar las deficiencias de vitamina A y yodo; acciones que están contempladas en el PES (FAO 2012).

El PES era la dependencia pública responsable de coordinar la ejecución del PME, creado en 1998, a nivel nacional. Generaba proyectos específicos que buscaban garantizar la captación de recursos para dicha ejecución. Contaba con especialistas en diferentes áreas (salud, educación, agricultura, nutrición, infraestructura, entre otros), que fungían como enlace con distintas secretarías de Estado. A nivel de campo, contaba con promotores

para atender las escuelas ubicadas en los municipios más pobres del país y apoyar la formación y funcionamiento de los comités locales de escuelas saludables. La focalización de los centros escolares en los municipios para el PME se realizaba a partir del índice de desnutrición escolar resultante del censo de talla escolar realizado a nivel nacional por el Programa de Asignación Familiar (PRAF) en el año 2001 (FAO 2010).

El PES en colaboración con el PMA proveía alimentación infantil a niños de escuelas públicas de cinco hasta doce años de edad a través del programa de merienda escolar. Los alimentos que se entregaban a las escuelas eran arroz, maíz, frijol, aceite y un suplemento de soya y maíz con una premezcla de vitaminas y minerales conocido por sus siglas en inglés como CSB. Este alimento poseía un valor nutricional más elevado debido a su contenido de proteínas, vitaminas y minerales. Los alimentos se almacenaban en el plantel educativo y eran suministrados a las madres en turnos rotacionales para la preparación de los mismos (Torres A. 2009)

### **3. Censos de talla en escolares (Octavo Censo) (2001)**

En marzo de 2001 se llevó a cabo el Octavo Censo de Talla en niños de primer grado, organizado por el PRAF en coordinación con la Secretaría de Educación. Este censo tuvo como objetivo conocer el estado nutricional de los escolares y generar información actualizada para orientar estrategias de reducción de pobreza y focalizar programas sociales. Se logró una cobertura del 92 % de los niños matriculados en primer grado, y el indicador utilizado fue la relación talla/edad, comparada con referencias internacionales (PRAF y SEDUC 2001).

Los resultados mostraron una mejora significativa en el estado nutricional infantil entre 1997 y 2001. El número de niños con crecimiento adecuado aumentó de 138,999 a 151,129, mientras que los casos de desnutrición disminuyeron de 95,112 a 85,903. La reducción fue más notoria en los casos de desnutrición severa. Aunque hubo mejoras a nivel nacional, algunos departamentos como Intibucá, Lempira, Gracias a Dios e Islas de la Bahía no mostraron avances importantes. Por otro lado, departamentos como Atlántida, Choluteca, El Paraíso, Francisco Morazán, Olancho, Valle y Yoro sí reflejaron mejoras destacables (PRAF y SEDUC 2001).

Se identificaron diferencias importantes según sexo, edad y área geográfica. Los varones presentaron mayor incidencia de desnutrición que las niñas, y los niños mayores (especialmente los de 9 años) mostraron tasas más altas que los de menor edad. También se observó que la desnutrición era más frecuente en zonas rurales que urbanas, y que las condiciones del hogar influían significativamente. Por ejemplo, los niños que vivían en casas con piso de tierra, sin acceso a agua potable o sin bienes duraderos, presentaban mayor riesgo nutricional (PRAF y SEDUC 2001).

Otro hallazgo importante fue la diferencia entre escuelas oficiales y privadas. Las tasas de desnutrición fueron mayores en las escuelas oficiales, y especialmente entre los niños que repetían grado. Esto refleja una combinación de factores sociales y económicos que siguen afectando el desarrollo infantil. A nivel nacional, el mapa de riesgo elaborado con los datos del censo mostró una disminución en los municipios clasificados en riesgo alto y muy alto, y un aumento en los que se encuentran en riesgo bajo o moderado (PRAF y SEDUC 2001). En general, el censo 2001 permitió identificar una tendencia positiva en la reducción de la desnutrición infantil, asociada a los programas de desarrollo económico y social implementados en la década de los 90. A pesar de los avances, las desigualdades entre regiones siguen siendo evidentes, por lo que es necesario continuar diseñando políticas y programas que respondan a las necesidades específicas de las comunidades más vulnerables (PRAF y SEDUC 2001).

#### 4. Transición de Fondos para la Implementación del Programa de Merienda Escolar (2002-2006)

A partir del periodo de gobierno 2002-2006, el Gobierno de Honduras comenzó a aportar fondos al PMA para que se complementaran las compras. Y en este periodo fue asignando un presupuesto para poder ampliar la cobertura. Periodo donde se llegó a más de 250 000 escolares (Pacheco 2025).

El Programa, para los años 2006-2010, logró avances significativos en cuanto a cobertura; a su vez continuó trabajando en conjunto con el PMA, donde se fue ampliando la gestión de donaciones y también la incorporación de nuevos presupuestos que facilitaban las compras locales. Ambos programas (PES y PMA), trabajaban juntos en la distribución de alimento para niños en Honduras. El PES aportaba el 85 % del total de los fondos para la compra de alimento, mientras que el PMA aporta el 15 % restante. El PMA era el organismo encargado de la compra, almacenamiento y distribución de los alimentos entregados a las escuelas. Ambos Programas se propusieron aumentar la retención y rendimiento escolar a través de su programa de merienda como incentivo tanto para padres como para alumnos (Torres A. 2009).

Las donaciones se mantenían por este periodo de tiempo, sin embargo, para el año 2008, la cooperación disminuyó drásticamente sus donaciones; los Gobiernos de Estados Unidos y otros ya no continuaron suministrando. El Gobierno de Canadá continuó ofreciendo donaciones hasta el periodo del 2011-2012, donde se ofrecieron los últimos recursos. Estas donaciones canadienses consistían principalmente en aceite, harina de soya y harina fortificada. Lo que se conoció como CSB (Pacheco 2025).

El CSB era un alimento distribuido por Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) para programas de salud materno-infantil y como fuente primaria de alimento en caso de desastres naturales. El CSB era distribuido a varios continentes (África, Asia, Sur y Centro América) y constituía el alimento más importante para un gran número de programas alimentación en varios continentes. Este alimento poseía un contenido calórico elevado, así como una gran cantidad de vitaminas y minerales que ayudan a prevenir avitaminosis cuando las fuentes primarias son inaccesibles, demasiado caras, culturalmente inaceptables o no se encuentran disponibles (UNICEF, WHO, y WPF 2007).

En la Tabla 1, se describe la composición del CSB, el cual generalmente era preparado en tandas de 907 kg a las cuales se les añadía premezclas de antioxidante-vitaminas y minerales.

**Tabla 1.** Composición del CSB

Ingredientes	Libras por tanda 907-kg	Porcentaje
Maíz, procesado gelatinizado	631	69.55
Harina de torta de soya	198	21.85
Minerales	27	3
Pre-mezcla Vitaminas      antioxidante	0.9	0.1
Aceite de soya	50	5.5
Total	907	100

Fuente: USDA 2005 adaptado por (Torres A. 2009).

En el caso de tandas de 2000 lb, el peso de la premezcla antioxidante-vitamina es de 2 libras y contiene 21.0 millones de IU de vitamina A, las cuales se distribuyen en el contenido total. La forma reportada por el USDA para fortificar vitamina A es retinol palmitato. En cuanto a donaciones, el CSB fue una de las más importantes en función de la alimentación escolar en el país, además, fue una de las experiencias más exitosas en el país en cuanto a reducción y prevención de malnutrición.

## 5. Adopción del rol protagónico del Gobierno de Honduras (2010s)

Las donaciones fueron disminuyendo, sin embargo, a raíz de ello, el Gobierno de Honduras tomó un papel más activo en cuanto a la implementación del PME, tanto en financiamiento como en el desarrollo técnico del programa (Pacheco 2025). A partir de la década de 2010, el gobierno de Honduras empezó a asumir un rol más protagónico en el financiamiento y administración del programa. Esta transición buscaba reducir la dependencia de la ayuda internacional y garantizar la sostenibilidad del PAE. El gobierno estableció mecanismos para cubrir más del 50 % del costo del programa (Pacheco 2025).

Dicho porcentaje, para los años 2010-2011, constaba de un presupuesto de hasta 400 o 500 millones de lempiras, de los cuales, en promedio, se entregaban alrededor de 350 o 380 debido a que una de las limitantes que tenía el programa era que no existía una estructura presupuestaria, cada año se trabajaba con base a la gestión de fondos para transferirlos al PMA. Para esos años, se comenzó a visibilizar la necesidad de contar con una partida presupuestaria por parte de la Secretaría de Finanzas para la implementación del programa (Pacheco 2025).

## 6. Creación del Programa del Vaso de Leche a través de la Ley del Vaso de Leche para el Fortalecimiento a la Merienda escolar (2010).

Para el 2010, se crea la Ley del Vaso de Leche para el Fortalecimiento a la Merienda Escolar en apoyo al PME para mejorar la seguridad alimentaria, salud y calidad de vida con al menos 200 ml de leche con suplementos vitamínicos y energéticos y sus derivados 1 vez al día por 5 días de los 200 días de clase para el bienestar de la niñez y combatir con la desnutrición, siendo la misma tratada por un tratamiento de pasteurización o ultra-pasteurización debidamente fortificados, vitaminados y estrictamente de vaca, siendo de producción Hondureña (FAO 2019).

Con base a esta Ley, en el mismo año, se crea el Programa del Vaso de Leche, con los siguientes objetivos fundamentales:

- Mejorar el estado nutricional de los niños en centros educativos públicos del nivel prebásico y básico, mediante la inclusión en el PME de una ración diaria de un vaso de leche (en promedio 200 ml por escolar) o el equivalente a 1 onza de producto derivado, que permita incrementar los niveles nutricionales de los escolares (FAO 2013).
- Generar una experiencia técnica-administrativa mediante la implementación de un proyecto piloto.

El proyecto piloto se implementó entre octubre y noviembre de 2010, en 21 municipios de 4 departamentos del país: Olancho, Lempira, Santa Bárbara y Yoro, con un costo de US\$ 400 000. Se beneficiaron 103 112 niños del nivel prebásico y básico, en 1 753 centros educativos (FAO 2013).

Asimismo, se realizaron compras directas a los pequeños productores a través de las alcaldías, por un orden de 1 031 120 litros de leche. Esto permitió contar con la experiencia necesaria para implementar el programa desde el inicio del período escolar 2011, replicándolo progresivamente al resto de las escuelas del país. Ya en 2011, el programa abarcó 121 municipios de los departamentos más pobres del país: Valle, Intibucá, Lempira, Santa Bárbara, Cortés, Yoro, Colón y Olancho; beneficiando a 528,867 niños del nivel de educación prebásico y básico; al mismo tiempo que se benefició a pequeños productores de leche de estas comunidades (cobertura geográfica del 40 % e igual porcentaje en cobertura de niños matriculados ese año) (FAO 2013).

La inversión pública fue de US\$ 7.9 millones, de los cuales el 67 % se orientó a la compra directa de leche a los productores mediante proyectos con las alcaldías municipales, garantizándoles un precio fijo durante todo el año (US\$ 0.39 por litro). El 33 % restante se destinó a la compra de leche vía licitación. Para la ejecución a nivel local del Programa del Vaso de Leche se conformó un Comité Local del Vaso de Leche, integrado por el alcalde municipal o auxiliar (quien lo preside), el director de la escuela participante, un represen-

tante de los padres o madres de familia, un representante de la iglesia, un representante del comité de escuelas saludables, un niño miembro del gobierno escolar y un representante de las fuerzas vivas de la comunidad (quien ejerce las funciones de secretario del comité) (FAO 2013).

## 7. Creación del Reglamento del Servicio de Alimentación Escolar de Honduras

En el mismo año, se aprueba el Reglamento del Servicio de Alimentación Escolar de Honduras (SAEH), que regula la organización y funcionamiento del SAEH. El SAEH es la instancia de la Secretaría de Estado en el Despacho de Educación creada para rectorar el PME, creado en 1998, cuyo propósito es incentivar a través de la merienda el acceso a la escuela, la permanencia en ella y la mejora en las capacidades de aprendizaje de los alumnos de los niveles de prebásica y básica (FAO 2012).

En Honduras, el PME cubre los niveles de prebásica y básica; esta última, en la mayoría de los casos, hasta los 6 grados (educación primaria). El Programa del Vaso de Leche cubría los mismos niveles que el PME. La Ley Fundamental de Educación contempla, además, la existencia del nivel de educación y cuidado infantil: nivel inicial, atendido por los centros de atención integral para la niñez (CAIN), bajo la regulación y supervisión del Instituto Hondureño para la Niñez y la Familia (IHNFA), denominados también guarderías (FAO 2019).

El enfoque de este programa es eminentemente preventivo y se desarrolla en el marco de tres áreas: atención a la niñez, fortalecimiento de la familia y divulgación y promoción de los derechos de los niños, con la participación activa y comprometida de los gobiernos locales, instituciones públicas y privadas y la sociedad civil organizada (FAO 2013).

En año 2015, se marca un hito importante: la creación de la estructura del PNAE, en la Secretaría de Finanzas. Se presupuestaron 15 millones de lempiras, lo que dio vida administrativa y presupuestariamente hablando al programa. Al tener un presupuesto establecido, esto permitió que las diferentes instituciones impulsaran la Ley de Alimentación Escolar en Honduras (Pacheco 2025).

## 8. Asistencia Técnica del Gobierno de Brasil (2012-2014)

El Gobierno de la República Federativa del Brasil, a través del Fondo Nacional del Desarrollo de la Educación del Ministerio de la Educación (FNDE/MEC), y la FAO en ALC, han sumado esfuerzos para la realización de actividades con la finalidad de apoyar el diseño e implementación de PAE sostenibles para los países de ALC. Desde su implementación, el PAE de Brasil, desarrollado en el ámbito del FNDE, ha venido avanzando y se ha fortalecido institucional y legalmente (FAO 2013).

Es importante destacar que este programa tiene más de 50 años de organización y atiende, en 2012, a cerca de 45 millones de estudiantes de toda la educación básica (desde guarderías hasta enseñanza media y de jóvenes y adultos fuera del rango etario escolar), con una o más ofertas de alimentos al día, en casi 250.000 escuelas, en todo el territorio nacional. Esta experiencia atribuye a Brasil una capacidad significativa para asistir a otros países en el diseño e implementación de PAE exitosos (FAO 2013).

Se puede decir, también, que uno de los avances más importantes en Brasil ha sido el fuerte apoyo al desarrollo local sostenible, con incentivos para la compra de alimentos diversificados, producidos localmente, fomentando el respeto a los hábitos alimentarios regionales y saludables. Asimismo, la FAO, en el ámbito de la Iniciativa América Latina y el Caribe Sin Hambre (IALCSH 2025), ha actuado en los países de ALC presentando una gran experiencia en el fortalecimiento de políticas de seguridad alimentaria y nutricional (SAN) y comprende que los PAE pueden contribuir mucho a la mejoría del escenario de seguridad alimentaria de la región (FAO 2013).

El Programa de Alimentación Escolar de Brasil; es uno de los programas de protección social más grande y exitosos en el mundo; llegó a distribuir aproximadamente 50 millones de raciones de alimentos diarias. Este modelo sirvió de inspiración para que los países como Honduras desarrollaran sus propios programas, leyes y políticas públicas para asegurar raciones de alimentos en las escuelas (FAO 2025).

Durante el periodo 2012-2014, el Gobierno de Honduras, junto al Gobierno de Brasil y la FAO, comenzaron a validar las acciones del programa, además de brindar nuevas tecnologías para la implementación de acciones en el marco del Programa (Pacheco 2025).

En el año 2012-2013 se desarrolló la primera experiencia piloto de las Escuelas Sostenibles, que tenía los componentes de educación alimentaria nutricional, compras públicas locales y el mejoramiento de infraestructura escolar. Se preseleccionaron 12 escuelas, de las cuales finalmente fueron identificadas 5. Una escuela en la comunidad de Pajapas, en Santa Cruz de Lempira, en La Cañada, en Belén, Lempira, dos en San Miguelito y una en San Juan (Pacheco 2025).

Tres de los cuatro principales pilares del PNAE se establecieron para este año: Compras a productores locales como parte de la dinamización de la economía local, construcción de obras de infraestructura escolar del tipo cocina, comedor y bodega para la mejora del entorno alimentario escolar y la educación alimentaria y nutricional a la comunidad educativa, conformada por padres, madres, cuidadores, escolares y docentes.

## **9. Integración de productos locales (2012-2018)**

En un esfuerzo por apoyar a la economía local y mejorar la calidad de las raciones, el PNAE comenzó a incluir productos adquiridos a agricultores locales. Esta medida no solo beneficia a los estudiantes al proporcionar alimentos frescos y variados, sino que también apoya a pequeños productores nacionales y fortalece la seguridad alimentaria en las comunidades (Pacheco 2025).

En el año 2012-2013, se desarrolló un modelo de acompañamiento permanente de asistencia técnica, mediante el apoyo de la cooperación con Brasil, proceso que constaba de la organización de la comunidad, la identificación de organizaciones de productores para ser proveedores de las compras locales, los cuales contarán con fortalecimiento de capacidades que mejoren su capacidad para ser potenciales proveedores (Pacheco 2025).

## **10. Primeras experiencias piloto del PNAE con el modelo brasileño (2012-2014).**

Durante el periodo 2012-2014 se vivió un hito relevante en los avances del país hacia la integración de enfoques sostenibles en el ámbito escolar. En ese marco, se inició un proceso de validación conjunta entre el Gobierno de Honduras, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la cooperación técnica de Brasil. Esta última aportó no solo conocimientos técnicos, sino una modalidad de acompañamiento que trascendía la transferencia financiera, enfocándose en el fortalecimiento de capacidades y la implementación práctica de soluciones. Entre 2012 y 2013, se desarrolló una experiencia piloto inspirada en el modelo brasileño de Escuelas Sostenibles, que integraba tres componentes clave: la educación alimentaria y nutricional, las compras públicas locales a pequeños productores, y el mejoramiento de la infraestructura escolar (Pacheco 2025).

El piloto se diseñó con una selección inicial de 12 escuelas, de las cuales fueron finalmente escogidas cinco, ubicadas en distintos municipios del departamento de Lempira. Estas incluían centros educativos en las comunidades de Pajapas (Santa Cruz de Lempira), La Cañada (Belén), dos escuelas adicionales distribuidas entre Belén y Santa Cruz, y una más en San Miguelito. Esta iniciativa pionera sentó las bases para la adaptación local del modelo y su eventual escalamiento, aportando valiosas lecciones sobre la articulación intersectorial y el enfoque territorial para mejorar la alimentación escolar en contextos rurales (Pacheco 2025).

A partir de 2014, la cooperación con FAO y PMA, permitió extender el modelo de compras públicas. El PMA tenía un rol de administrador de fondos y, en el caso de la FAO, asistencia técnica; se comenzó a extender ese modelo de compras públicas, ya juntamente con la FAO y el PMA. UTSAN, continuó identificando organizaciones de productores que a través de programas o proyectos podrían recibir asistencia técnica. En el 2014, se iniciaron pilotajes en 25 escuelas en el 2014, con un aumento progresivo en el 2015 con el apoyo del PMA (Pacheco 2025).

Durante el período 2014-2018, aproximadamente 5,000 escuelas fueron atendidas mediante el modelo de compras públicas locales. En esta etapa, el Programa Mundial de Alimentos (PMA) gestionaba los recursos y establecía convenios directamente con municipalidades o mancomunidades de municipios. A partir de 2016, tras la aprobación de la legislación correspondiente en alimentación escolar, la Secretaría responsable asumió la formalización de estos convenios, mientras que la Secretaría de Finanzas realizó transferencias directas a las mancomunidades (Pacheco 2025).

Para garantizar el correcto funcionamiento del modelo, se creó una unidad administradora encargada de brindar acompañamiento técnico a las estructuras locales, con un enfoque en capacitación, organización y procesos de liquidación. Entre 2014 y 2018, se establecieron 14 convenios con mancomunidades de municipios y dos con asociaciones de productores, destacando la experiencia en la región de La Mosquitia con una asociación de mujeres y otra iniciativa en Intibucá en colaboración con CRS (Pacheco 2025).

El crecimiento del modelo se centró en su expansión, aunque la documentación de experiencias fue limitada. A pesar de contar con guías de capacitación y manuales de procesos, su implementación no se completó en su totalidad. En 2018, la administración original finalizó su participación en el programa, sin embargo, durante 2018 y 2019, el modelo de contratación con mancomunidades de municipios continuó en funcionamiento (Pacheco 2025).

En el año 2017, se realizó una estimación presupuestaria para operar el PNAE bajo un enfoque mixto, que combinaba la modalidad de ración seca, gestionada principalmente por el PMA, y las compras locales de productos frescos, como lácteos, huevos, frutas y vegetales. El análisis técnico arrojó que, para cubrir a una población estimada de 1,350,000 escolares durante 180 días de clases, se requería un presupuesto aproximado de 1,100 millones de lempiras (Pacheco 2025).

Sin embargo, durante el periodo 2017-2018 no fue posible alcanzar ese nivel de financiamiento. El monto máximo aprobado por la Secretaría de Finanzas fue de aproximadamente 520 millones de lempiras, lo cual limitó la cobertura y el alcance del programa. Fue hasta la llegada de un nuevo gobierno, en el periodo 2022-2026, que el programa fue retomado con renovado impulso y se les asignó un presupuesto más ajustado a las necesidades reales de operación, permitiendo su fortalecimiento y sostenibilidad (Pacheco 2025).

## II. Creación de la Ley de Alimentación Escolar en Honduras (2016)

Se crea la Ley de Alimentación Escolar, junto con ella, en su artículo 2, el PNAE en el 2016, dependiente de la Secretaría de Estado en el Despacho de Desarrollo e Inclusión Social (SEDIS), en coordinación con la Secretaría de Estado en el Despacho de Educación, con independencia financiera, el cual tiene como objetivo proporcionar a todos los niños y niñas de los centros educativos públicos de los niveles prebásica y básica y, progresivamente, educación media del país, una ración alimentaria nutritiva complementaria. Esta ley, aprobada por el poder Legislativo, se publicó en el diario oficial *La Gaceta* el día 3 de julio del 2017 (FAO 2016).

Crea el marco legal para que el Estado de Honduras proporcione de manera adecuada la ración alimentaria nutricional a los niños de todos los centros educativos públicos de los niveles prebásica, básica y, progresivamente, educación media del país para favorecer los indicadores educativos. Dentro del marco del derecho humano a la alimentación que incluye el derecho de los niños a no padecer hambre; además de la generación de

condiciones adecuadas que contribuyan al desarrollo saludable, tanto en lo físico como en lo psíquico, bajo condiciones de libertad y dignidad (FAO 2016).

Honduras forma parte de La Convención sobre Derechos del Niño, por lo tanto, está en la obligación de hacer esfuerzos para combatir y prevenir las enfermedades y la malnutrición en el marco de la atención primaria de la salud mediante la aplicación de la tecnología disponible y el suministro de alimentos nutritivos adecuados y agua potable en condiciones óptimas de salubridad. El país también adquirió un compromiso en el FOPREL 2014 para la aprobación de una Ley marco sobre Derecho a una Alimentación y Nutrición Adecuada Escolar (FAO 2016).

Según lo dispuesto en la Constitución de la República de Honduras, los tratados internacionales forman parte del derecho interno (Art. 16), con la consecuente obligación jurídica de respetar, proteger y realizar el derecho a la alimentación, a la educación, a la salud, a la seguridad social y demás derechos consagrados en los tratados de derechos humanos. La Constitución otorga, a su vez, un reconocimiento explícito de tales derechos a favor de los niños y niñas: Artículo 123. “Todo niño deberá gozar de los beneficios de la seguridad social y la educación. Tendrá derecho a crecer y desarrollarse en buena salud, para lo cual deberá proporcionarse, tanto a él como a su madre, cuidados especiales desde el período prenatal, teniendo derecho a disfrutar de alimentación, vivienda, educación, recreo, deportes y servicios médicos adecuados.” (FAO 2016).

## **12. Implementación de Normas de Calidad Nutricional (2017)**

En 2017, el programa implementó normas más estrictas para garantizar la calidad nutricional de los alimentos proporcionados en las escuelas. Esto incluyó la diversificación de los menús y la incorporación de alimentos más ricos en nutrientes para combatir deficiencias alimentarias y mejorar la salud de los niños. En ese año, la SEDIS, desarrolló Manuales de Calidad e Inocuidad de Alimentos que fueron guías prácticas para los productores locales que se encontraban siendo proveedores del PNAE (SEDIS, s. f).

De igual forma, la Secretaría de Educación y la Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social con el apoyo de la FAO y la Academia, desarrollaron Manuales y Recetarios de Preparación de Alimentos que apoyaron a los Comités de Alimentación Escolar y mejorar y diversificar los menús de los niños y niñas en los Centros Escolares (SEDESOL s. f).

## **13. Lineamiento 8 de la Política y Estrategia Nacional en Seguridad Alimentaria y Nutricional (PyENSAN 2030) (2018).**

Un hito histórico que brindo, estabilidad al PNAE se logró a través de la Política y Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, que en su Lineamiento 8 propuso “Fortalecer la implementación nacional del Programa Alimentación Escolar en todo el territorio nacional y su articulación con las compras públicas a los agricultores y agricultoras locales para la alimentación escolar”. Esto conllevó un apoyo al marco político-legal del PNAE para el año 2018 (FAO 2018).

El lineamiento contempla que la ampliación del PNAE se trabajará hasta alcanzar el 100 % de cobertura de los centros educativos públicos, para lo cual se deberá asignar un valor per cápita que permita responder de forma permanente a la demanda de alimentos de los centros educativos; con producción local y culturalmente aceptados en las diferentes zonas del país (FAO 2018).

Se promoverán los menús regionalizados que incorporen la cultura alimentaria local y la mejora de la nutrición. Para esto se realizarán estudios e investigaciones, de los patrones alimentarios locales para incorporar alimentos de alto contenido nutricional, se desarrollarán y fortalecerán sistemas de acopio, almacenamiento y redes de frío, que permitan garantizar la calidad nutritiva de los alimentos, no solo a nivel de la agricultura familiar, sino también a nivel de los Centros Escolares (FAO 2018).

Fortalecer la gestión descentralizada del programa alimentación escolar y compras públicas locales mejorando las capacidades de las municipalidades y de las mancomunidades, vinculando la asistencia técnica y financiera a los productores y las buenas prácticas de manejo y procesamiento de los alimentos en los centros educativos, priorizando la vinculación de los agricultores familiares como proveedores de los insumos de la alimentación escolar (FAO 2018).

#### **14. Fortalecimiento de Huertos: Manual de Huertos Escolares (2018).**

El Manual de Huertos Escolares fue impulsado por la Secretaría de Educación en el año 2018 con la finalidad de modernizar la infraestructura educativa. Este manual se coordinó a través de la Dirección General de Construcciones Escolares y Bienes Inmuebles, se contó con la colaboración de la Unidad Técnica de Seguridad Alimentaria y Nutricional (UTSAN y DIGECEBI 2018).

Los huertos escolares son espacios de terreno en un centro educativo, destinados para el cultivo, así como el desarrollo de capacidades agropecuarias, comerciales, pedagógicas y de emprendimiento entre la población docente, padres de familia y estudiantes. De dichos huertos se desprenden los huertos pedagógicos y los huertos productivos, combinando el aprendizaje práctico del educando con el aprendizaje social y la preparación para la vida activa, con objeto de incorporarlos a la vida cotidiana, promover un cambio en el estilo de vida y difundir el mensaje (UTSAN y DIGECEBI 2018).

Pero la finalidad principal de la implementación del manual de los huertos escolares en los centros educativos es alcanzar la seguridad alimentaria, previendo dos beneficios concretos para este fin (UTSAN y DIGECEBI 2018).

- Se incentiva la alimentación saludable de los alumnos mediante la producción de alimentos en el huerto como complemento a la merienda escolar, mejorando el desempeño y rendimiento académico en una buena nutrición y aprendizaje.
- Tanto los padres de familia como los niños aprenden un punto muy importante que será una llave para la mejora de su futuro, esta llave se llama “Gestión”, ya que son ellos los que realizan las obras de construcción las obras de mantenimiento y cosecha, y aprenden a valerse como una comunidad independiente, capaz de solventar sus problemas socioeconómicos.

#### **15. Implementación de Proyectos de fortalecimiento del Programa Nacional de Alimentación Escolar (SEAN-EUROSAN, EUROSAN-Occidente) (2017-2019).**

Como parte de la ACS impulsada por el Gobierno de Honduras, el Proyecto EUROSAN Occidente, financiado por la Delegación de la Unión Europea, busco implementar la Política y Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PyENSAN) a gran escala, a través del trabajo con mancomunidades y municipalidades bajo la dirección de la Secretaría de Coordinación General del Gobierno mediante la Unidad Técnica de Seguridad Alimentaria y Nutricional (UTSAN) y la Entidad Gestora del Proyecto (EGP) (SEAN-EUROSAN y FAO 2019)

Dentro del Proyecto EUROSAN-Occidente, la FAO, a través del Proyecto SEAN-EUROSAN, se llevaron a cabo actividades para la implementación de un sistema de extensión agrícola y nutricional para el fortalecimiento de las capacidades institucionales de 10 mancomunidades en los departamentos de Copán, Ocotepeque, Lempira y Santa Bárbara. Tuvo como objetivo contribuir a mejorar la seguridad alimentaria de 15,000 hogares de agricultores a través de la creación de sistemas agrícolas sostenibles, la educación alimentaria y nutricional y el fortalecimiento institucional a nivel nacional y territorial (SEAN-EUROSAN y FAO 2019).

Para fortalecer las acciones del PNAE, el proyecto SEAN-EUROSAN-Occidente apoyó la mejora de infraestructura de cocinas, bodegas y comedores en 42 centros educativos. El objetivo fue garantizar la preparación inocua de alimentos, el almacenamiento y consumo adecuados en condiciones dignas para las y los escolares, contribuyendo a reducir la deserción, mejorar el estado nutricional y rendimiento académico; beneficiando a 4,433 estudiantes (2,247 niñas y 2,186 niños). Los centros educativos beneficiados en los departamentos de Copán, Santa Bárbara y Lempira están ubicados en 37 municipios agrupados en seis mancomunidades: PUCA, MAPANCE-COLOSUCA, CAFEG, CODEMUSSBA, MUNASBAR y el Consejo Intermunicipal Higuito (SEAN-EUROSAN y FAO 2019).

La mejora de infraestructura estuvo acompañada del establecimiento de huertos pedagógicos como recurso didáctico para la Educación Alimentaria Nutricional (EAN), que formaba parte de la estrategia Escuelas Saludables en Honduras en el marco del PNAE. Esto constituyó un espacio interactivo que los docentes utilizaban como aula para desarrollar los contenidos del Currículo Nacional Básico, principalmente en la asignatura de ciencias naturales, en seguimiento de la Guía Metodológica para la enseñanza de la Alimentación y Nutrición desarrollada por la Secretaría de Educación con la asistencia técnica de la FAO (SEAN-EUROSAN y FAO 2019).

Todo lo anterior se vinculó con los cuatro componentes para la sostenibilidad del PNAE: fortalecimiento de capacidades humanas, espacios adecuados de alimentación escolar, educación alimentaria nutricional con huertos pedagógicos y compras locales a la agricultura familiar. La inversión en las mejoras se articuló entre el SEAN-EUROSAN y actores locales: 35 % inversión directa del proyecto, 30 % aporte municipal, 20 % aporte comunitario y 15 % aporte de las mancomunidades. El proceso contó con alta participación de las asociaciones de padres de familia que conforman los Comités de Alimentación Escolar (CAE), los que estarán a cargo de la preparación y distribución de los alimentos, haciendo un uso adecuado de estos espacios (SEAN-EUROSAN y FAO 2019).

## **16. Ampliación del programa a zonas prioritarias por la pandemia COVID-19 (2020)**

Con la pandemia de COVID-19, el PNAE se adaptó para continuar apoyando a las familias en situación de vulnerabilidad. Se implementaron sistemas de entrega de alimentos para estudiantes en sus hogares o comunidades, en lugar de distribuirlos únicamente en las escuelas. Además, se priorizaron las zonas de extrema pobreza para asegurar que los niños más necesitados recibieran apoyo alimentario (SEDUC 2020).

Este proceso de entrega se vio coordinado por la Secretaría de Educación SEDUC, quien en un comunicado (Oficial Circular N.017-SE-2020), en el marco de la Emergencia Nacional COVID-19, solicitó la colaboración a los directores departamentales de educación, directores municipales de educación y directores de centros educativos, contribuir a la alimentación de los Educandos que permanecían en casa, siendo distribuida directamente a padres y Madres de familia, según una calendarización (SEDUC 2020)

Por lo cual, se crea el protocolo de Entrega de Alimentación Escolar en Emergencia COVID-19, elaborado en colaboración con el PMA. Este protocolo, necesitaba la colaboración de la Comunidad Educativa y en concreto, de los Comités de Alimentación Escolar (CAE) (SEDUC 2020).

## **17. Participación de Honduras en las coaliciones de alimentación escolar (2022-2024)**

La Coalición para la Alimentación Escolar fue formada en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre los Sistemas Alimentarios en el mes de septiembre del año 2021, con el objetivo de proporcionar a niños matriculados en básica y prebásica y progresivamente en educación media del país, una ración diaria de alimentación nutritiva y complementaria. A lo largo de 30 años, el PNAE se ha establecido como una alianza inquebrantable a favor de la niñez hondureña entre el Gobierno, los padres de familia, los maestros, los productores locales y las alcaldías con el apoyo de las Naciones Unidas, particularmente PMA complementado por la FAO (Moncada 2022).

El ministro de la SEDESOL, José Carlos Cardona, por instrucciones de la presidenta Xiomara Castro representó al Gobierno de Honduras en el lanzamiento de School Meals Coalition (Coalición Mundial por la Alimentación Escolar), una iniciativa global para el fortalecimiento de la alimentación escolar. Dicho lanzamiento fue hecho en la ciudad de Helsinki, Finlandia. Esta iniciativa incluye a 73 países a nivel mundial de los cuales Honduras es miembro y más de 70 organizaciones asociadas, que en consonancia con el renovado programa integral de Alimentación Escolar de la presidenta Xiomara Castro a través del Programa de Acción Solidaria (PROASOL) y la SEDESOL, se estará brindando para el término del año 2022, una cobertura de 1,329,522 niños y niñas matriculados los niveles educativos de básica y pre básica en el sistema nacional de educación pública de Honduras (Moncada 2022a).

Se llevó a cabo, en el 2022, la segunda reunión de la Mesa Técnica Intersectorial, con el objetivo de dar inicio al diseño y creación de la Política Pública de Alimentación Escolar que regirá el tema de la merienda escolar en Honduras. La jornada de trabajo técnico, fue liderada por la Dirección de Alimentación Escolar a cargo de la licenciada Xenia Pineda mediante el otorgamiento de corresponsabilidades a cada institución involucrada y en el marco del análisis a la Ley de Alimentación Escolar (Moncada 2022b).

Juntos lograron construir el marco jurídico, político, técnico e institucional para ampliar la cobertura, conformar una ración nutritiva de alimentos secos y frescos, integrar la nutrición en el currículo escolar, construir comedores escolares, formar a los padres de familia y maestros en la correcta manipulación de los alimentos, generar la producción local de alimentos secos y frescos, crear los mecanismos para compras locales, y fortalecer las capacidades locales para la gestión y manejo de las raciones de alimentos. La coalición ha centrado su trabajo en los 18 departamentos que comprende Honduras, logrando abarcar más de 20,000 centros educativos y se priorizo, dar alimento a la educación preescolar y la educación básica, que es del primero a noveno grado (Moncada 2022b).

Para el año 2023, Honduras participa de la Coalición de Alimentación Escolar: Nutrición, Salud y Educación para la Niñez y la Juventud. En esta reunión se firma un documento de compromiso en el cual se adquieren diferentes metas que son de suma importancia para la implementación y continuidad del PNAE.

Las metas definidas por el país consideran que el fortalecimiento del PNAE en Honduras requiere una estrategia integral orientada a la creación de un Programa de Alimentación Escolar Ampliado (PAEA) con enfoque descentralizado, multisectorial, multidisciplinario y multinivel, garantizando acceso oportuno a alimentación, educación y salud adecuadas para cada escolar, promoviendo su inserción en un entorno sostenible y digitalizado. Se plantea la actualización del marco jurídico, político e institucional para alcanzar los objetivos nacionales de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) y la ampliación progresiva del financiamiento, en consonancia con las prioridades nacionales y agendas globales de infancia y educación (SEDESOL 2023).

Las escuelas públicas deben consolidarse como centros de acceso a nutrición, salud integral y vigilancia SAN, mediante la expansión de la cobertura alimentaria basada en compras locales, la mejora de infraestructura (agua potable, energía renovable y conectividad) y la promoción de cadenas productivas sostenibles que incluyan a mujeres, pueblos indígenas y afrodescendientes. Además, se prioriza la atención a niños en situación de vulnerabilidad social y se fortalece la provisión de servicios de salud reproductiva y consulta médica digital (SEDESOL 2023).

La estrategia contempla también el impulso a la transformación digital de las escuelas rurales, estableciendo alianzas nacionales e internacionales que refuercen el apoyo técnico y financiero, sin comprometer la sostenibilidad fiscal del país. Asimismo, se promueve la exploración de mecanismos innovadores de financiación, como el canje de deuda por fondos no reembolsables, y la participación de Honduras en foros regionales y globales para el intercambio de experiencias en alimentación escolar (SEDESOL 2023).

## 18. Fortalecimiento y sostenibilidad (2022-2024)

Para el 2022, un 95 % de los estudiantes matriculados en prebásica tienen acceso a la merienda, al igual que un 90.3 % matriculados en el primer y segundo ciclo de básica, cifra que disminuye drásticamente al tercer ciclo, donde solo un 36.5 % tienen acceso a la merienda escolar, finalmente el programa no pretende tener cobertura en los centros de educación media (UNICEF 2022).

Un 81.1 % de los infantes de 3 a 5 años tiene acceso a la merienda, así como un 79.6 % de los niños de 6 a 11 años. Está diferencia entre los niveles educativos se debe a la edad que tienen los educandos, es decir, que los centros educativos están dando la merienda, pero por la sobre edad de muchos estudiantes, no coinciden su edad escolar con el acceso a la merienda según nivel educativo. La frecuencia con que se recibe la merienda escolar en los tres niveles de educación básica varía, mostrando que en primer y segundo ciclo la mayoría de las familias reciben este beneficio solo algunos días, en cambio, en tercer ciclo la mayoría reporta recibirlo todos los días (UNICEF 2022).

En años recientes, el gobierno de Honduras, junto con el PMA y otras organizaciones, ha trabajado en mejorar la sostenibilidad del programa. Esto incluye optimizar la logística de distribución, mejorar la supervisión de calidad y asegurar fondos para su continuidad. Además, se han realizado estudios y evaluaciones del impacto para ajustar y mejorar el programa de acuerdo con las necesidades actuales.

En el 2022, el PNAE en Honduras, es adscrito al PROASOL en su artículo 8 del Decreto Ejecutivo PCM-20-2022, que le da vida a este programa y que expresa que, en aplicación al artículo 2 del Decreto Legislativo No. 125-2016, dicho programa mantiene independencia financiera, con el objetivo de proporcionar a niñas y niños matriculados en básica y pre básica y progresivamente en educación media del país, una ración diaria de alimentación nutritiva y complementaria. Dicha ración se entrega en coordinación con el PMA (CEPAL 2022).

Para el 2023, el programa cuenta con un presupuesto de 1 022 millones de lempiras enfocado en alimentar a 1 317 027 infantes en más de 21 000 centros educativos gubernamentales en 16 departamentos, CRS colabora en La Paz e Intibucá, (la SEDESOL complementa con aceite fortificado). Este programa ha llegado a las zonas más remotas del país, desde la montaña de la Flor en Orica Francisco Morazán hasta la aldea Wanpusirpi en el municipio de Wanpusirpi, Gracias a Dios (Gómez 2023).

Comprometidos con la transparencia del programa, para los procesos de compra de la alimentación escolar se cuenta como socio estratégico al PMA, a quienes se les trasladan los fondos, y de esta forma, se encargan de comprar los insumos a productores locales y distribuirlos a las direcciones departamentales y municipales de educación (Gómez 2023).

Gracias a la implementación de diversas iniciativas por parte del gobierno, en 2023 la tasa de deserción escolar se redujo del 2.7 % al 0.7 %, lo que representa un total de 7 297 estudiantes, en contraste con los 47 859 registrados durante los años de pandemia. Además, a través de los Programas de Alimentación Escolar, se están logrando disminuir los niveles de desnutrición infantil, proporcionando una alimentación completa, equilibrada, segura, suficiente y variada a estudiantes desde la educación prebásica hasta noveno grado (ONU 2024).

### Visión a futuro:

La SEDESOL, como parte de su mandato en el sector social, inició desde el año 2022 hasta el año 2023, la formulación de la Política Nacional de Alimentación Escolar Sustentable, la Dirección encargada fue la Dirección de Políticas Públicas para el Desarrollo y Protección Social, a través de su Unidad de Diseño de Políticas Sociales. Este marco político-legal propone una integración de todos los actores involucrados con objetivos y metas que beneficiaran a la niñez hondureña (Cáliz 2025).

El PNAE ha comenzado a integrar programas de educación en nutrición, salud y hábitos alimenticios en colaboración con otros sectores gubernamentales, es el caso del Programa Nacional de Desarrollo Rural y Urbano Sostenible (PRONADERS), perteneciente a la Secretaría de Agricultura y Ganadería, el cual ha impulsado la Agricultura Familiar y el establecimiento de Huertos Escolares y Familiares en diferentes comunidades del país. Esto busca no solo alimentar a los niños, sino también educarlos en prácticas saludables y sostenibles que puedan transmitir a sus familias, con el fin de fomentar una cultura de buena alimentación.

El PNAE continua, con metas claras de lograr el Hambre Cero en Honduras, invirtiendo en la niñez en temas de nutrición y alimentación como parte indispensable de sus programas de protección social y estrategias de reducción de la pobreza.

### **Marcos legales e institucionales ligados a los hitos históricos.**

A continuación, se enlistan diferentes instrumentos político-legales que han sido mencionados anteriormente y otros que complementan y han complementado el funcionamiento del PNAE.

#### **Normativa nacional**

- Constitución de la República de Honduras, creada mediante Decreto PCM 131 de fecha 11 de enero de 1982.
- Código de Salud de Honduras, creada mediante Decreto PCM 65-91 de fecha 28 de mayo de 1991.
- Código de la Niñez y de la Adolescencia, creado mediante Decreto 73-96 de fecha 05 de septiembre de 1996.
- Plan de Nación y Visión de País 2010-2038.
- Decreto Legislativo 125-2016 “Ley de Alimentación Escolar” de fecha 03 de julio de 2017.
- Decreto Ejecutivo PCM 02-2010 “Creación de la unidad técnica del programa de “Escuelas Saludables” de fecha 16 de marzo de 2010.
- Decreto PCM 56-2015 “Ley marco del Sistema de Protección Social” de fecha 02 de julio de 2015.
- Decreto Ejecutivo PCM 008-2012 “Política de Protección Social” de fecha 28 de marzo de 2012.
- Decreto Legislativo PCM 54-2010 “Ley del Vaso de Leche para el Fortalecimiento a la Merienda Escolar” de fecha 16 de junio de 2016.
- Acuerdo 15509-SE-2019 “Reglamento del Servicio de Alimentación Escolar de Honduras-SAEH” de fecha 17 de noviembre del 2012.
- Decreto Legislativo No. 25-2011 “Ley de Seguridad Alimentaria y Nutricional” de fecha 07 de julio de 2011.
- Decreto Legislativo No. 03-2006 “Ley de Participación Ciudadana de Honduras” de fecha 01 de febrero de 2006.
- Decreto Legislativo No. 234-2010 “Ley General de Fortificación de Alimentos” de fecha 27 de enero de 2011.
- Decreto Legislativo No. 262-2011 “Ley Fundamental de Educación” de fecha 22 de febrero 2012.
- Acuerdo Ejecutivo No. E1358-SE-2014 “Reglamento General de la Ley Fundamental de Educación” de fecha 17 de septiembre de 2014.
- Decreto 7-2014 “Ley para Regular el uso de Establecimientos Escolares” de fecha 29 de diciembre de 2016.

- Acuerdo No.0989-SE-2016 “Reglamento de Venta de Alimentos en Centros Educativos Gubernamentales y no Gubernamentales” de fecha 20 de junio de 2016.

### **Convenios internacionales**

- Declaración Universal de Derechos Humanos proclamada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en París, el 10 de diciembre de 1948.
- Convención Americana sobre Derechos Humanos suscrita en la Conferencia Especializada Interamericana sobre Derechos Humanos, San José de Costa Rica, Costa Rica, el 22 de noviembre de 1969. Entrada en vigor: 18 de julio de 1978.
- Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales adoptado el 16 de diciembre de 1966. Entrada en vigor: 03 de enero de 1976.
- Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, “Protocolo de San Salvador” Adoptado en San Salvador, El Salvador, el 17 de noviembre de 1988, en el decimoctavo período ordinario de sesiones de la Asamblea General.
- Convención sobre los Derechos del Niño, aprobada como tratado internacional de derechos humanos el 20 de noviembre de 1989.
- Agenda 2030, para el Desarrollo Sostenible, “Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)” aprobada en septiembre del 2015 por la Asamblea de las Naciones Unidas.
- Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial, proclamada el 13 de noviembre de 1996.
- Iniciativa América Latina y el Caribe, es un compromiso político de los países de la región que fue acordado en 2005, en el marco de la Cumbre Latinoamericana sobre Hambre Crónica, y que tiene como meta principal la erradicación total del hambre y el alcance de la seguridad alimentaria y nutricional al año 2025.
- Plan para la Seguridad Alimentaria, Nutrición y Erradicación del Hambre de la CELAC 2025, elaborada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), por encargo de la Presidencia Pro Tempore de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC), ejercida por el Gobierno de la República Dominicana.

**Tabla 2.** Cobertura 1998-2024 del Programa Nacional de Alimentación Escolar

Año	Inversión	Niños y niñas alcanzados
1998-2002	L 29 000 000 00	250 000
2003-2005	L 105 000 000 00	750 000
2006-2009	L 298 000 000 00	1 100 000
2010-2013	L 423 000 000 00	1 200 000
2015	L 382 953 160 00	1 298 977
2016	L 461 635 658 00	1 300 915
2017	L 285 870 621 00	1 300 915
2018	L 498 421 369 00	1 248 152
2019	L 545 200 000 00	1 248 152
2020	L 33 087 912 00	1 329 522
2022	L 600 000 000	1 193 758
2023	L 1 022 524 326 72	1 269 796
2024	L 1 022 524 327 72	1 223 515

**Fuente:** Programa Nacional de Alimentación Escolar 2023, Estudio Nacional de Honduras: Alimentación Escolar y las Posibilidades de Compra Directa de la Agricultura Familiar por la Cooperación Técnica de la República Federativa de Brasil y la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

En la Tabla 2, se puede observar la inversión y la cobertura de niños y niñas que han logrado ser alcanzados desde el 1998 hasta el año 2024. Esto ha conllevado diferentes estrategias y mecanismos, principalmente bajo el mando del Gobierno de Honduras con el apoyo de diferentes organizaciones, principalmente de cooperación internacional.

Las tendencias generales de la tabla, muestran que, entre 1998 y 2024, la inversión en alimentación escolar en Honduras ha crecido significativamente pasando de L 29 millones a más de L 1 022 millones anuales.

La cantidad de niños y niñas beneficiados también aumentó, de 250 000 en 1998-2002 a un pico de 1 329 522 en 2020, aunque ha habido leves descensos en la cobertura en años recientes.

## Conclusiones

**E**l análisis histórico y estructural del PNAE en Honduras revela su papel fundamental como herramienta de desarrollo social, educativo y nutricional en un país marcado por altos índices de pobreza e inseguridad alimentaria. Desde su origen, impulsado por la cooperación internacional y consolidado posteriormente por esfuerzos estatales, el PNAE ha evolucionado hasta convertirse en un programa institucionalizado y estratégico para el bienestar infantil y condecorado a nivel mundial.

Uno de los logros más significativos del PNAE ha sido su contribución a la reducción de la desnutrición infantil y al aumento de la matrícula y permanencia escolar en comunidades vulnerables. La inclusión progresiva de productos locales en la alimentación escolar no solo ha mejorado la calidad nutricional de las raciones, sino que también ha dinamizado las economías rurales, creando vínculos positivos entre la seguridad alimentaria y el desarrollo económico local.

No obstante, el programa continúa enfrentando desafíos importantes. Las limitaciones presupuestarias y logísticas, sumadas a críticas sobre la calidad y variedad de las raciones alimenticias, comprometen su sostenibilidad y efectividad a largo plazo. Para superar estos obstáculos, se requiere una mayor inversión estatal, fortalecimiento de la planificación interinstitucional y la adopción de estándares de calidad más rigurosos.

Se destaca la participación de otras organizaciones a nivel local o regional no mencionadas en el documento, que han complementado la implementación del PNAE en sus territorios, tales como las experiencias en el Departamento de Olancho, Ocotepeque, Santa Barbara, Lempira, Copan, Cortés y Atlántida. Esto ha conllevado una organización comunitaria que demuestra la importancia del programa en los territorios.

La creación de la Ley de Alimentación Escolar en 2016 representó un hito clave en la institucionalización del PNAE, sentando las bases legales para su permanencia. Asimismo, la incorporación del programa en políticas nacionales como la PyENSAN 2030 y su participación en coaliciones internacionales de alimentación escolar reafirman el compromiso del país con la garantía del derecho a una alimentación adecuada para la niñez hondureña.

En conclusión, el PNAE es más que un programa alimentario; es una estrategia integral de desarrollo humano que requiere ser fortalecida con políticas públicas sostenidas, cooperación internacional estratégica y participación activa de los actores comunitarios. Solo así se garantizará su continuidad y su impacto transformador en las generaciones presentes y futuras.

## Otros

### Agradecimientos:

Los autores expresan su agradecimiento al PNAE por su valiosa colaboración y disposición para el desarrollo de este estudio. De manera especial, agradecemos a la Licda. Xenia Pineda y a la Licda. Eva Varela por su apoyo técnico y acompañamiento durante el proceso. Reconocemos también el importante respaldo brindado por la UTSAN, en particular al ingeniero Joselino Pacheco, por su compromiso y aportes sustantivos. Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a la experta participante en nutrición, la nutricionista, Licda. Elsa Victoria López, por su experiencia y contribuciones clave para el desarrollo de la reseña.

## Referencias

- Calix, Rider, entrevista de Marco Rodríguez. 2025. Futuro del PNAE en Honduras (22 de Abril).
- CEPAL. 1998. Comisión Económica de América Latina y el Caribe. “Honduras: políticas sociales, macroeconomía y base productiva | Comisión Económica para América Latina y el Caribe”. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42178-honduras-politicas-sociales-macroeconomia-base-productiva>.
- CEPAL. 2022. Comisión Económica de América Latina y el Caribe. “Programa Nacional De Alimentación Escolar | Consenso de Montevideo sobre Población y Desarrollo”. 2022. <https://consensomontevideo.cepal.org/es/instrument/programa-nacional-de-alimentacion-escolar>.
- Cházaro-Arellano, Eva Hortensia. 2024. “Análisis de datos en las investigaciones cualitativas: El reto frente al investigador”. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía* 9 (17): 168-71. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i17.3163>.

- FAO. 2010. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “Decreto No 2/10/PCM - Crea la Unidad Técnica del Programa Escuelas Saludables (PES). | FAOLEX”. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC156069/>.
- FAO. 2012. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “Acuerdo No 15509-SE-2012 Reglamento del Servicio de Alimentación Escolar de Honduras (SAEH). | FAOLEX”. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC156068/>.
- FAO. 2013. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “Estudio Nacional Alimentación Escolar y Posibilidades de Compra Directa de la Agricultura Familia”.
- FAO. 2016. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. “Decreto No 125-2016 Ley de Alimentación Escolar. | FAOLEX”. <https://www.fao.org/faolex/results/details/fr/c/LEX-FAOC174256/>.
- FAO. 2018. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “Decreto No PCM-086-2018 — Política y Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional con horizonte al 2030 (PyENSAN 2030). | FAOLEX”. 2018. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC200569/>.
- FAO. 2019. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “Decreto No 54/10 - Ley del vaso de leche para el fortalecimiento a la merienda escolar. | FAOLEX”. 2019. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC100487/>.
- FAO. 2025. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “Fortalecimiento de los Programas de Alimentación Escolar en América Latina y el Caribe | Programa de Cooperación Internacional Brasil-FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura”. <https://www.fao.org/in-action/programa-brasil-fao/proyectos/alimentacion-escolar/es/>.
- Gómez, Mario. 2023. “El Programa Nacional de Alimentación Escolar (PNAE) avanza en la reducción de la desnutrición infantil y deserción escolar a nivel nacional”. 2 SEDESOL (blog). 30 de junio de 2023. <https://sedesol.gob.hn/el-programa-nacional-de-alimentacion-pnae-avanza-en-la-reduccion-de-la-desnutricion-infantil-y-desercion-escolar-a-nivel-nacional/>.
- López, Elsa Victoria. 2025. *Reseña Histórica del Programa Nacional de Alimentación Escolar en Honduras*.
- Moncada, Andy. 2022a. “El Gobierno presenta el Programa de Alimentación Escolar de Honduras, en la “School Meals Coalition” en Finlandia”. SEDESOL (blog). 18 de octubre de 2022. <https://sedesol.gob.hn/el-gobierno-presenta-el-programa-de-alimentacion-escolar-de-honduras-en-la-school-meals-coalition-en-finlandia/>.
- Moncada. 2022b. “La SEDESOL convoca a los sectores educativos y de SAN, para diseñar la Política Pública de Alimentación Escolar”. SEDESOL (blog). 26 de agosto de 2022. <https://sedesol.gob.hn/la-sedesol-convoca-a-los-sectores-educativo-y-de-san-para-disenar-la-politica-publica-de-alimentacion-escolar/>.
- ONU. 2024. Organización de Naciones Unidas “Esfuerzos conjuntos para 1.2 millones de niños y niñas | Naciones Unidas en Honduras”. <https://honduras.un.org/es/259484-esfuerzos-conjuntos-para-12-millones-de-ni%C3%B1os-y-ni%C3%B1as>, <https://honduras.un.org/es/259484-esfuerzos-conjuntos-para-12-millones-de-ni%C3%B1os-y-ni%C3%B1as>.

- Otzen, Tamara, y Carlos Manterola. 2017. “Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio”. *International Journal of Morphology* 35 (1): 227-32. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.
- Pacheco, Joselino. 2025. *Reseña Histórica del Programa Nacional de Alimentación Escolar en Honduras*.
- Piña-Ferrer, Lenys Senovia. 2023. “El enfoque cualitativo: Una alternativa compleja dentro del mundo de la investigación”. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía* 8 (15): 1-3. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i15.2440>.
- Piza Burgos, Narcisa Dolores, Francisco Alejandro Amaiquema Márquez, Gina Esmeralda Beltrán Baquerizo, Narcisa Dolores Piza Burgos, Francisco Alejandro Amaiquema Márquez, y Gina Esmeralda Beltrán Baquerizo. 2019. “Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias”. *Conrado* 15 (70): 455-59. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1990-86442019000500455&lng=es&nr=m=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442019000500455&lng=es&nr=m=iso&tlng=es).
- PMA. 2006. Programa Mundial de Alimentos “Nota de Prensa: Ley de la Merienda Escolar, un paso histórico por el futuro de Honduras | World Food Programme”. 22 de noviembre de 2006. <https://es.wfp.org/noticias/nota-de-prensa-ley-de-la-merienda-escolar-un-paso-historico-por-el-futuro-de-honduras>.
- PRAF, y SEDUC. 2001. “OCTAVO CENSO DE TALLA EN NIÑOS DE PRIMER GRADO AÑO 2001 INFORME”. <https://repositorio.ine.gob.hn/handle/123456789/910>.
- SEAN-EUROSAN, y FAO. 2019. “Boletín informativo 1 Sistema de Extensión Agrícola y Nutricional de las Mancomunidades de EUROSAN-Occidente (SEAN-EUROSAN)”.
- SEDESOL. 2023. Secretaria de Desarrollo Social “Coalición para la Alimentación Escolar: Nutrición, Salud y Educación para la Niñez y la Juventud”. [https://schoolmealscoalition.org/sites/default/files/attachments/files/HND\\_Commitments.pdf](https://schoolmealscoalition.org/sites/default/files/attachments/files/HND_Commitments.pdf).
- SEDIS. s. f. Secretaria de Desarrollo e Inclusión Social “Estándar de Calidad, Programa Nacional de Alimentación Escolar. Guía de Estándares de Calidad Ración Fresca”.
- SEDUC. 2020. Secretaría de Educación “COVID19- Circular SE MERIENDA ESCOLAR”. [https://portalunico.iaip.gob.hn/ver\\_archivo/NzExNTY4](https://portalunico.iaip.gob.hn/ver_archivo/NzExNTY4).
- Torres A., Pablo C. 2009. “Efecto de la preparación de una premezcla de harina de soya y maíz (CSB) en la disponibilidad de hierro y vitamina A en la Escuela Francisco Morazán, El Jicarito, Honduras”. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/303>.
- UNICEF. 2022. Fondo de Naciones Unidas para la Infancia “SITAN Honduras 2022”. <https://www.unicef.org/honduras/media/3086/file/SITAN%202022.pdf>.
- UNICEF, WHO, y WPF. 2007. “Guiding principles for the use of multiple vitamin and mineral preparations in emergencies”. [https://themimu.info/sites/themimu.info/files/documents/Guidelines\\_Nutri\\_MultiVitamin%20%26%20Mineral%20Preparations\\_in\\_Emergencies\\_0.pdf](https://themimu.info/sites/themimu.info/files/documents/Guidelines_Nutri_MultiVitamin%20%26%20Mineral%20Preparations_in_Emergencies_0.pdf).
- UTSAN, y DIGECEBI. Unidad Técnica de Seguridad Alimentaria Nutricional 2018. “Manual de Huertos Escolares”. <https://planmaestro.se.gob.hn/media/multimedia/descargas/ManualDeHuertosEscolares.pdf>.

# Nota de prensa



# El gobierno de la presidenta Xiomara Castro impulsa la internacionalización de la educación superior a través de la SEDESOL

Por: Regina Blen

Comprometido con la promoción del derecho a la educación y el fortalecimiento de la equidad social, el gobierno socialista y democrático de la presidenta Xiomara Castro, impulsa la internacionalización de la educación superior en Honduras a través del Programa Becas Solidarias Universitarias que dirige la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

En este contexto, la SEDESOL ha establecido convenios estratégicos con instituciones como la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, donde ha otorgado becas parciales y totales a más de ciento setenta (170) estudiantes en las distintas carreras, así mismo con la Fundación de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (FUNDAUNAH), para mantener el compromiso de pago de estudios a cincuenta y dos (52) estudiantes en universidades de Taiwán, y más recientemente el compromiso adquirido entre la SEDESOL, la Secretaría de Salud de Honduras y en asocio con el Ministerio de Salud Pública de Cuba, dónde ciento cincuenta y ocho (158) jóvenes con grado de médicos generales iniciaron sus estudios de posgrado en especialidades médicas.

En el marco de las relaciones amistosas y diplomáticas entre Honduras y Cuba, en el 2024 se puso en marcha un acuerdo de cooperación que no solo beneficia a los jóvenes hondureños que obtienen estas becas completas de especialidades médicas, sino también al país en general. La formación de estos médicos representa una oportunidad para fortalecer la capacidad de los hospitales nacionales que carecen de especialistas en áreas clave, contribuyendo así al desarrollo del sistema de salud.

Un total de 28 especialidades médicas están siendo estudiadas por médicos hondureños en facultades de medicina de renombradas universidades cubanas; en las especialidades de; alergología, anestesiología, angiología, cirugía vascular, cirugía general, cirugía pediátrica, cirugía oncológica, coloproctología, cardiología, emergenciólogía, endocrinología, gastroenterología, hematología, medicina física y rehabilitación, nefrología, neonatología, neumología, neurocirugía, neurología, oftalmología, oncología, ortopedia, otorrinolaringología, radiología, reumatología y urología. Todas estas disciplinas están orientadas a cubrir las necesidades más apremiantes del sistema de salud hondureño, fortaleciendo así la atención médica especializada en el país.

Asimismo, estas especializaciones se consolidan como un pilar esencial para instalar capacidades en los nuevos hospitales que el Gobierno de la presidenta Xiomara Castro está construyendo en ocho ciudades del país. Entre ellas se encuentran Salamá, Santa Bárbara, Ocotepeque, Choluteca, Tocoa, Roatán y Copán, además de dos hospitales de trauma que están en proceso de planificación para Tegucigalpa y San Pedro Sula.

Es importante mencionar, que, durante el 2024 el programa Becas Solidarias también proporcionó 164 becas de posgrado internacional a jóvenes que se encuentran realizando sus estudios en universidades de 19 países del mundo, todos ellos manteniendo el compromiso de retornar a servir a su patria al finalizar sus estudios.

En este sentido, la SEDESOL destaca que estas iniciativas son fundamentales para avanzar hacia la refundación de Honduras, estableciendo bases sólidas de educación superior, por su parte la presidenta Xiomara Castro ha señalado que “el acceso a la educación es un derecho humano esencial y una herramienta para la transformación social. Bajo nuestro gobierno socialista, invertimos en el futuro de la juventud como una prioridad nacional”. Con estas acciones, el gobierno socialista de Honduras reafirma su compromiso de construir una sociedad más equitativa, donde todos los jóvenes tengan la oportunidad de crecer, aprender y contribuir al desarrollo de una nación próspera, más justa y libre de violencias.

Puede acceder a los contenidos de manera gratuita en la página web de  
SEDESOL: [recides.sedesol.gob.hn](http://recides.sedesol.gob.hn)



